

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет

Кафедра теоретичної і промислової теплотехніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов
(підпис)

“ ____ ” _____ 2019 р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра**

з напряму підготовки 6.050601 Теплоенергетика (спеціальності 144 Теплоенергетика)

на тему: «Центральний тепловий пункт для групи житлових будинків у м. Києві»

Виконав (-ла): студент (-ка) IV курсу, групи ТП - 51

Виконав _____ Дуб'яга Данило Олегович
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник _____ проф., д.т.н. Пуховий Іван Іванович
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант з охорони праці _____ доцент, к. т. н. Каштанов С.Ф.
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет Теплоенергетичний

Кафедра Теоретичної і промислової теплотехніки

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 6.050601 «Теплоенергетика»

(Спеціальність 144 «Теплоенергетика»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов
(підпис)

« ____ » _____ 2019р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту**

Дуб'язі Данилу Олеговичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Центральний тепловий пункт для групи житлових будівель у м. Києві.

керівник проекту Пуховий Іван Іванович проф., д.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « ____ » _____ 2019 р. № ____

2. Термін подання студентом проекту 18.06.2019 р.

3. Вихідні дані до проекту Кількість житлових будинків – 3, кількість споживачів гарячої води – 860, зовнішній об'єм будівлі – 10500 м³, температурний графік теплової мережі – 150/70, система тепlopостачання – закрита, схема приєднання залежна, система гарячого водопостачання приєднується до теплових мереж через водо-водяний підігрівач з використанням зворотної води із системи опалення.

4. Зміст пояснювальної записки Вступ, визначення теплових навантажень споживачів, тепла схема ЦТП, розрахунок системи опалення, розрахунок системи гарячого водопостачання, вибір основного і допоміжного обладнання, охорона праці, висновки.

5.Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) Схема опалення та ГВП, план розміщення на відм. 0,000, розміщення обладнання розріз 1-1, 2-2.

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
охорона праці	Каштанов С.Ф., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Визначення теплових навантажень споживачів	24.05.2019	
2	Теплова схема ЦТП	28.05.2019	
3	Розрахунок системи опалення	03.06.2019	
4	Розрахунок системи гарячого водопостачання	07.06.2019	
5	Вибір основного і допоміжного обладнання	09.06.2019	
6	Охорона праці	10.06.2019	
7	Графічний матеріал	11.06.2019	
8	Оформлення пояснювальної записки	17.06.2019	

Студент

(підпис)

Дуб'яга Д.О.
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

Пуховий І.І.
(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: «Центральний тепловий пункт для групи житлових будинків у м. Києві»

Київ – 2019 року

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на тему: «Центральний тепловий пункт для групи житлових будинків у м. Києві»: пояснювальна записка на 50 сторінок, 7 рис., 8 табл., 11 бібліографічних найменувань, креслень – 3 арк. ф. А1.

Мета проекту – провести розрахунки центрального теплового пункту в групі житлових будівель у м. Києві.

Використані методики теплових, гідравлічних, теплотехнологічних і санітарно-технічного обладнання.

Наведені розрахунки витрат теплоти споживачами на опалення, гаряче водопостачання. Розглянута теплова схема центрального теплового пункту, виконані її розрахунки.

За результатами розрахунків вибране основне та допоміжне обладнання (циркуляційні насоси, засоби контролю систем теплопостачання). Визначена теплова потужність системи опалення, на основі теплових та гідравлічних розрахунків вибрані нагрівальні прилади та трубопроводи.

Визначені заходи по очищенню води в системах теплопостачання, здійснений підбір приладів для контролю системи теплопостачання та проаналізовано заходи до запобігання корозії, шламу і накипу місцевих установок гарячого водопостачання.

На кресленнях наведена схема опалення та ГВП, план розміщення на відмітці 0,000 та розміщення обладнання.

Наведені заходи з охорони праці.

Ключові слова: опалення, теплопостачання, елеватор, тепловий пункт, витрата, змішування, вода, теплота, температура, циркуляція, нагрівання, охолодження.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект первого (бакалаврской) уровня высшего образования на тему: «Центральный тепловой пункт для группы жилых домов в г. Киеве»: объяснительная записка на 50 страниц, 7 рис., 8 табл., 11 библиографических наименований, чертежей - 3 л. ф. А1.

Цель проекта - провести расчеты центрального теплового пункта в группе жилых домов в г. Киеве.

Использованы методики тепловых, гидравлических, теплотехнологических и санитарно-технического оборудования.

Проведены расчеты расхода теплоты потребителями на отопление, горячее водоснабжение. Рассмотрена тепловая схема центрального теплового пункта, выполнены ее расчеты.

По результатам расчетов подобрано основное и вспомогательное оборудование (циркулирующие насосы, средства контроля систем теплоснабжения). Определена тепловая мощность системы отопления, на основе тепловых и гидравлических расчетов выбраны нагревательные приборы и трубопроводы.

Определены меры по очистке воды в системах теплоснабжения, совершен подбор приборов для контроля системы теплоснабжения и проанализированы меры к предотвращению коррозии, шлама и накипи местных установок горячего водоснабжения.

На чертежах приведена схема отопления и ГВС, план размещения на отметке 0,000 и размещение оборудования.

Проведены мероприятия по охране труда.

Ключевые слова: отопление, теплоснабжение, элеватор, тепловой пункт, расход, смешивание, вода, теплота, температура, циркуляция, нагрев, охлаждение.

ANNOTATION

Diploma project of the first (Bachelor) level of higher education on the theme: "Central thermal station for a group of dwelling houses in Kyiv": explanatory note for 50 pages, 7 figures, 8 tables, 11 bibliographic names, drawings - 3 arches . f. A1

The purpose of the project is to calculate the central heating point in a group of residential buildings in Kyiv.

Used methods of thermal, hydraulic, heat engineering and sanitary equipment.

The calculations of heat consumption by consumers for heating, hot water supply are given. The thermal circuit of the central heat point is considered, its calculations are carried out.

As a result of the calculations, the main and auxiliary equipment (circulating pumps, heat control systems) are selected. The heat capacity of the heating system is determined, and the heaters and pipelines are selected on the basis of thermal and hydraulic calculations.

The measures for water purification in heat supply systems have been identified, equipment has been selected for monitoring the heat supply system, and measures have been taken to prevent corrosion, sludge and scale of local hot water supply plants.

The diagrams show the heating scheme and the PRT, the plan for placement at the 0,000 mark and the location of the equipment.

The following are measures of labor protection.

Key words: heating, heat supply, elevator, heat point, flow, mixing, water, heat, temperature, circulation, heating, cooling.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, скорочень, термінів.....	8
Вступ	10
1 Визначення теплових навантажень споживачів	11
1.1 Витрата теплоти на опалення	11
1.2 Витрата теплоти на гаряче водопостачання	12
2 Теплова схема ЦТП	14
3 Розрахунок системи опалення	17
4 Розрахунок системи гарячого водопостачання	20
4.1 Розрахунок підігрівачів води в системі гарячого водопостачання	21
4.2 Розрахунок підігрівача I ступеня	23
4.3 Розрахунок підігрівача II ступеня	26
5 Вибір основного і допоміжного обладнання	31
5.1 Насоси.....	31
5.2 Грязьовики.....	31
5.3 Засоби контролю системи теплопостачання.....	32
6 Охорона праці.....	37
6.1 Технічні рішення безпеки експлуатації та організацій захисту устаткування теплового пункту.....	39
6.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	41
6.3 Технічні рішення по забезпеченню пожежної безпеки та профілактика.....	45
Висновки.....	47
Список використаної літератури.....	48
Додаток А	
Список наукових праць і творчих досягнень.....	49
Додаток Б	
Перевірка дипломного проекту на академічний плагіат	50

					ТП 51 48 002 ПЗ							
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата								
Студент		Дуб'яга			Центральний тепловий пункт для групи житлових будинків у м. Києві. Пояснювальна записка			Стадія	Арк.	Аркушів		
Керівник		Пуховий						Д	П	Б	7	50
П. контр.												
Н. контр.		Боженко										
Зав.кафедри		Варламов										

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

Q – тепловий потік, кількість теплоти;

G – витрата;

t – температура;

q – питома витрата теплоти;

V – об'єм;

$m_{\text{ж}}$ – кількість споживачів гарячої води;

α – коефіцієнт враховуючий відмінність реальних умов від розрахункових;

β – Коефіцієнт враховує зниження середньої витрати води на гаряче водопостачання в літній період відносно опалювального;

K – коефіцієнт годинної нерівномірності споживання гарячої води в житлових будинках залежний від числа жителів;

U_p – коефіцієнт змішування;

h – величина розрахункових гідравлічних втрат в місцевій системі опалення для будинків, побудованих до 1988 року;

d_{Γ} – діаметр камери змішування (горловини) елеватора;

δ – недогрів чистої води;

F – площа поверхні нагрівання I ступеня водопідігрівача;

k – коефіцієнт теплопередачі;

ϑ – Середньо логарифмічна різниця температур між гріючої і нагрівається середовищем;

μ – коефіцієнт, що враховує накип і забруднення трубок;

W – швидкість води в міжтрубному просторі;

d – діаметр;

A – температурний множник;

Re – число Рейнольдса;

Pr – число Прандля;

n – число секцій;

R_n – термічний опір накипу;

λ_o – коефіцієнт гідравлічного тертя;

ΔP – втрати тиску у каналі;

d_p – діаметр патрубку.

ІНДЕКСИ

«нижні»

р.о – розрахункова на опалення;

о.ср – середня на опалення;

х.з. – холодний зимовий;

о – опалення;

г.в.ср – середня гарячого водопостачання;

г.в – гаряче водопостачання;

вн – внутрішня;

річ – річний;

ср – середній;

тах – максимальна;

м – мешканці;

х – холодна вода;

гв – гаряча вода;

з – зовнішнє;

С.звор – зворотня магістраль;

С.под – подаюча магістраль;

екв – еквівалентний;

1р – в мережі;

2р – за системою;

3р – в елеваторному вузлі;

п – після першого ступеня підігрівника;

2 – на виході з другого ступеня підігрівника;

н – наявний;

с – сопло;

тр – трубний простір;

мт – міжтрубний простір.

«верхні»

л – літній період;

min – мінімум;

тах – максимум;

Скорочення

ЦТП – центральний тепловий пункт

ІТП – індивідуальний тепловий пункт

ГВП – гаряче водопостачання

					ТП 51 48 002 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВСТУП

Тепловий пункт - це проміжна ланка між тепловою мережею і споживачами теплоти, яка забезпечує зв'язок між тепловою мережею і місцевими системами опалення, вентиляції і гарячого водопостачання, включаючи управління ними. Теплові пункти (ТП) поділяються на центральні - ЦТП, від яких забезпечуються одночасно кілька будівель-споживачів теплоти, і індивідуальні - ІТП, до яких приєднуються системи опалення, вентиляції, гарячого водопостачання та технологічні тепловикористовуючі установки однієї будівлі.

Основні призначення теплового пункту полягає у встановленні і підтримці параметрів теплоносія (тиску, температури і витрати) на заданому рівні, необхідному для надійної економічної роботи тепло-споживаючих установок, що живляться від пункту. Схема та обладнання теплового пункту залежить від виду теплоносія і характеру тепло-використовуючих установок.

Даної робота націлена на розрахунок центрального теплового пункту для групи житлових будівель до 1988р. У приміщенні теплового пункту встановлюється елеваторний вузол. За допомогою теплообмінника поміщеного на виході з будинку теплота відбирається від зворотної води, що виходить з системи. Вона використовується для попереднього підігріву води замість першої ступені теплообмінника ГВП. За рахунок цього досягається економія теплоти на підігріві води для потреб гарячого водопостачання, а також утилізується теплота зворотної води.

Всі розрахунки велись за наступними вихідними даними:

- Населений пункт – м. Київ;
- Кількість житлових будинків – 3;
- Кількість споживачів гарячої води – 860;
- Зовнішній об'єм будівлі – 10500 м³;
- Температурний графік теплової мережі – 150/70;
- Система теплопостачання – закрита;
- Схема приєднання залежна;
- Система гарячого водопостачання приєднується до теплових мереж через водо-водяний підігрівач з використанням зворотної води із системи опалення.

1 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ СПОЖИВАЧІВ

1.1 Витрата теплоти на опалення

1.1.1 Максимальна витрата теплоти на опалення

$$Q_o = \alpha \cdot q_o \cdot V_z \cdot (t_{вн} - t_{p.o}) \cdot 10^{-6}, \quad (1.1)$$

де α – коефіцієнт враховує відмінність реальних умов від розрахункових;

q_o – питома опалювальна характеристика будівлі, Вт/(м³ К);

$t_{вн}$ – розрахункова температура повітря всередині приміщення, °С;

$t_{p.o}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря для опалення в холодний період для міста Києва, °С;

V_z – зовнішній об'єм будівлі, м³.

За [1] визначаємо дані для житлових будівель в заданому населеному пункті:

- тривалість опалювального періоду $n_o=176$ діб;
- температура зовнішнього повітря у холодний період року, °С:
- розрахункова для опалення $t_{p.o}=-22$ °С;
- середня опалювального періоду $t_{cp.o} = -1,1$ °С;
- коефіцієнт, що враховує відмінність реальних умов від розрахункових $\alpha = 1,13$;
- питома опалювальна характеристика будівлі $q_o = 0,4$ Вт/(м³ К);
- розрахункова температура повітря всередині приміщення $t_{вн} = 20$ °С ;

Тоді, підставивши дані отримаємо:

$$Q_o = 1,13 \cdot 0,4 \cdot 10500 \cdot (20 - (-22)) = 0,2 \text{ МВт.}$$

Визначимо витрати теплоти на опалення для 3-ьох житлових приміщень:

$$\Sigma Q_o = 3 \cdot Q_o; \quad (1.2)$$

$$\Sigma Q_o = 3 \cdot 0,2 = 0,6 \text{ МВт.}$$

Для визначення річної витрати теплоти на опалення розраховуємо середню витрату теплоти на опалення.

1.1.2 Середня витрата теплоти на опалення

$$Q_{o.cp} = Q_o \frac{t_{вн} - t_{cp.o}}{t_{вн} - t_{p.o}}; \quad (1.3)$$

$$Q_{o.cp} = 0,2 \frac{20 - (-1,1)}{20 - (-22)} = 0,1 \text{ МВт.}$$

Визначимо середні витрати теплоти на опалення для 3-ьох житлових приміщень:

$$\Sigma Q_{o.cp} = 3 \cdot Q_{o.cp}; \quad (1.4)$$

$$\Sigma Q_{o.cp} = 3 \cdot 0,1 = 0,3 \text{ МВт.}$$

1.1.3 Річна витрата теплоти на опалення

$$Q_{o,річ} = Q_{o,ср} \cdot n_o \cdot 24 \cdot 3600; \quad (1.5)$$

$$Q_{o,річ} = 0,1 \cdot 176 \cdot 24 \cdot 3600 = 1520640 \text{ МДж/рік.}$$

Визначимо річні витрати теплоти на опалення для 3-ьох житлових приміщень:

$$\Sigma Q_{o,річ} = 3 \cdot Q_{o,річ}; \quad (1.6)$$

$$\Sigma Q_{o,річ} = 3 \cdot 1520640 = 4561920 \text{ МДж/рік.}$$

1.2 Витрата теплоти на гаряче водопостачання

1.2.1 Середня витрата теплоти на гаряче водопостачання за опалювальний період

$$Q_{г.в.ср} = 1,395 \frac{m \cdot \alpha_{л}}{24} \cdot (t_{г} - t_{х}) \cdot 10^{-6}, \quad (1.7)$$

де 1,395 - коефіцієнт, що отриманий як добуток $(1,2 \cdot 4187/3600)$;

1,2 - враховує тепловіддачу в приміщення від трубопроводів системи гарячого водопостачання;

$\alpha_{л}$ - норма витрати води в кілограмах при температурі 55 °С для житлових будівель на одну людину за добу, кг/доба;

b - те саме для всіх громадських будівель району (міста), при відсутності даних беру $b = 25$ кг/добу на одну людину;

$t_{х}$ - температура холодної води в опалювальний період, °С;

$t_{г}$ - температура гарячої води, °С;

m - кількість жителів району (міста);

Для житлових будинків в м. Києві за [1] визначаємо $\alpha_{л} = 115$ кг/доба, $t_{х} = 5$ °С, $t_{х,л} = 15$ °С, $\beta = 0,8$, $t_{г} = 55$ °С.

Тоді, підставивши всі необхідні дані, знайдемо

$$Q_{г.в.ср} = 1,395 \cdot \frac{860 \cdot 115}{24} \cdot (55 - 5) = 0,287 \text{ МВт.}$$

1.2.2 Середня витрата теплоти на гаряче водопостачання в літній період

$$Q_{г.в.ср}^л = Q_{г.в.ср} \cdot \frac{55 - t_{х,л}}{55 - t_{х,з}} \cdot \beta, \quad (1.8)$$

де $t_{х,л}$ - температура холодної водопровідної води в літній період;

β - коефіцієнт враховуючий зниження середньої витрати води на гаряче водопостачання в літній період відносно опалювального.

$$Q_{г.в.ср}^л = 0,287 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 0,18 \text{ МВт.}$$

1.2.3 Максимальна витрата теплоти на гаряче водопостачання житлових будівель за опалювальний період визначається:

$$Q_{г.в.мах} = (2..2,4) \cdot Q_{г.в.ср}; \quad (1.9)$$

$$Q_{г.в.мах} = 2,2 \cdot 0,287 = 0,63 \text{ МВт.}$$

Визначимо максимальну витрату теплоти на гаряче водопостачання для 3-ьох житлових приміщень:

$$\sum Q_{г.в.мах} = 3 \cdot Q_{г.в.мах}; \quad (1.10)$$

$$\sum Q_{г.в.мах} = 3 \cdot 0,63 = 1,89 \text{ МВт.}$$

1.2.4 Річна витрата теплоти на гаряче водопостачання

$$Q_{г.в.річ} = [Q_{г.в.ср} \cdot n_o + (350 - n_o) \cdot Q_{г.в.ср}^л] \cdot 24 \cdot 3600, \quad (1.11)$$

де 350 – тривалість використання навантаження в році на гаряче водопостачання з урахуванням 15 денної перерви на ревізію та ремонт теплових мереж.

$$Q_{г.в.річ} = [0,287 \cdot 176 + (350 - 176) \cdot 0,18] \cdot 24 \cdot 3600 = 2,02 \cdot 10^{12} \text{ Дж/рік.}$$

Всі розрахунки заносимо в Таблицю 1.

Таблиця 1 - Теплові навантаження

Споживач	$Q_{o.max}$, МВт	$Q_{o.cр}$, МВт	$Q_{o.річ}$, МДж/год
Житловий будинок №1	0,2	0,1	1520640
Житловий будинок №2	0,2	0,1	1520640
Житловий будинок №3	0,2	0,1	1520640
$\sum q$	0,6	0,3	4561920
$Q_{г.в.ср}$, МВт	0,287		
$Q_{г.в.ср}^л$, МВт	0,18		
$Q_{г.в.річ}$, МДж/рік	2021006		
$Q_{г.в.max}$, МВт	0,63		
$\sum Q_{г.в.max}$, МВт	1,89		
Загальна теплове навантаження за рік, МДж/рік	$\sum q = \sum q_{o.річ} + \sum q_{г.в.річ} = 6582926$		

2 ТЕПЛОВА СХЕМА ЦТП

Мета автоматизації ТП складається в найбільш ефективному вирішенні завдання тепlopостачання - подачі споживачам теплоти (води) необхідної якості і кількості без безпосереднього втручання людини.

Системи опалення приєднують до теплових мереж (працюючим на перегрітій воді) безпосередньо без змішання, якщо температура води в системі опалення не обмежена (вокзали, басейни, лазні, пральні і т.д.). Якщо розрахункова температура води в місцевій системі нижче розрахункової температури води в тепловій мережі, в тепловому пункті передбачають змішувальні пристрої - елеватори або насоси.

ЦТП обладнуються різними приладами і агрегатами. У будівлях теплових пунктів монтується запірно-регулююча арматура, насоси ГВП та опалювальні насоси, прилади контролю та автоматики (регулятори температури, регулятори тиску), водо-водяні підігрівачі та інші прилади.

У даній дипломній роботі, споживачами тепла є житлові будинки, де гранична допустима температура теплоносія в системі опалення з місцевими нагрівальними приладами (радіатори) не повинна перевищувати 95°C (графік 150-95-70), а тому приєднання системи опалення виробляємо через елеваторні вузли.

При закритій системі тепlopостачання системи гарячого водопостачання споживачів приєднують до двотрубних водяним тепловим мережам через водонагрівачі. Водонагрівачі залежно від величини співвідношення максимальної годинної витрати теплоти на гаряче водопостачання $Q_{г.в.мах}$ і максимальної годинної витрати теплоти на опалення $Q_{р.о}$ (в центральному або індивідуальному тепловому пункті) приєднують наступним чином:

а) при $0,2 < Q_{г.в.мах} / Q_{о.мах} < 1,0$ – по двоступінчастим послідовної і змішаної схемами залежно від прийнятого режиму регулювання відпуску теплоти в теплових мережах;

б) при $Q_{г.в.мах} / Q_{о.мах} \geq 1,0$ – по паралельній схемі.

Розрахункова максимально часовий витрата гарячої води:

$$G_{г.в.мах} = K \cdot G_{г.в.ср}, \quad (2.1)$$

де $K = 2,73$ – коефіцієнт нерівномірності споживання гарячої води в житлових будинках залежить від числа жителів.

Середньо годинна витрата гарячої води за добу найбільшого водоспоживання:

$$G_{г.в.ср} = \frac{m \cdot \alpha_d}{24} \cdot 10^{-3}, \quad (2.2)$$

де 10^{-3} – коефіцієнт переведення витрати води з л/год в м³/год.

$$G_{г.в.ср} = \frac{115 \cdot 860}{24} \cdot 10^{-3} = 4,12 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$G_{г.в.мах} = 2,73 \cdot 4,12 = 11,25 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Середньо годинний і максимально - годинні розрахункові витрати теплоти на гаряче водопостачання визначають множенням відповідних витрат води на коефіцієнт $(55 - t_x) \cdot 10^{-3}$, де 55°C – прийнята температура гарячої води.

$$G_{\text{г.в.мах}} = G_{\text{г.в.мах}} \cdot (55 - t_x) \cdot 10^{-3}; \quad (2.3)$$

$$G_{\text{г.в.мах}} = 11,25 \cdot (55 - 5) \cdot 10^{-3} = 0,56 \text{ МВт.}$$

Отже, визначаємо у виборі схеми ЦТП (центрального теплопункту):

$$\frac{0,63}{0,6} = 1,05 > 1,0 ,$$

тобто схема приєднання гарячого водопостачання з включенням підігрівачів двоступенева з паралельним включенням підігрівачів.

Системи гарячого водопостачання приєднуються до теплової мережі через водо-водяні теплообмінники. У двотрубних мережах при одночасному приєднанні систем опалення та гарячого водопостачання застосовують кілька схем включення підігрівачів: попередньо включений, паралельну, двоступеневу послідовну, двоступеневу змішану, двоступеневу змішану з обмежувачем витрати. У ряді випадків необхідна установка баків-акумуляторів для вирівнювання навантаження гарячого водопостачання, а також, як резерв, на випадок перерви в подачі теплоносія.

Схему приєднання гарячого водопостачання з включенням підігрівачів по паралельній схемі зображено на рисунку 1.

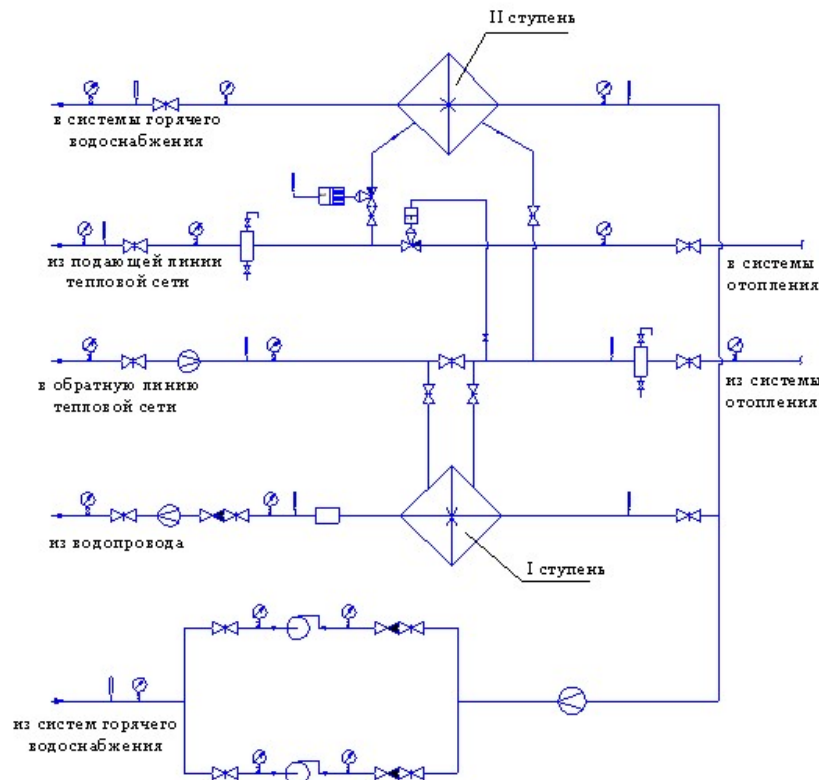


Рисунок 1 - Схема приєднання гарячого водопостачання з включенням підігрівачів по паралельній схемі

Процеси підігріву води для систем гарячого водопостачання (ГВП) і опалення між собою певним чином пов'язані. Через те, що температура води в ГВП при будь-яких умовах повинна підтримуватися в межах 60 - 65 градусів, при плюсових температурах зовнішнього повітря в елеватор може надходити більш гарячий теплоносій, ніж потрібно.

Цей пристрій дозволяє дотримати основну умову якісного керування подачею тепла: витрата теплоносія через опалювальну систему повинен зберігатися незмінною.

Площа поперечного перерізу вихідного отвору насадки регулюється голкою, що вводиться в нього. При цьому збільшується коефіцієнт змішування і, відповідно, падає температура теплоносія після елеватора. Недоліком даної схеми є те, що при введенні голки в отвір конуса збільшується гідро опір останнього, внаслідок чого витрата теплоносія, а відповідно і кількість поставленого тепла, зменшується.

Найчастіше в розглянутому вузлі поломки трапляються через вихід з ладу самого пристрою. Це може бути пов'язано зі зміною діаметра сопла або його засмічення. Крім того, може деформуватися арматура, грязевики або збитися налаштування регуляторних елементів.

Помітити несправність нескладно. Головною ознакою поломки є наявність перепадів температур до підключення до системи і після неї. У разі значної різниці показників, можна сміливо говорити про порушення в роботі блоку. Якщо різниця параметрів не надто суттєва, проблема, швидше за все, полягає в засміченні сопла. Для ремонту краще скористатися послугами фахівців, оскільки самостійне втручання може призвести до погіршення ситуації.

Система опалення житла з найпростішої елеваторної системою - не найбільш досконала конструкція. Такий вузол складно піддається регулюванню, часто вимагає розбирання і заміни сопла інжекторного типу. Оптимальним варіантом вважається модернізована елеваторна установка з можливістю автоматичного коректування елементів, що дають можливість змішувати теплоносій в конкретному діапазоні.

Схема елеваторного приєднання житлових будинків наведена на рисунку 2.

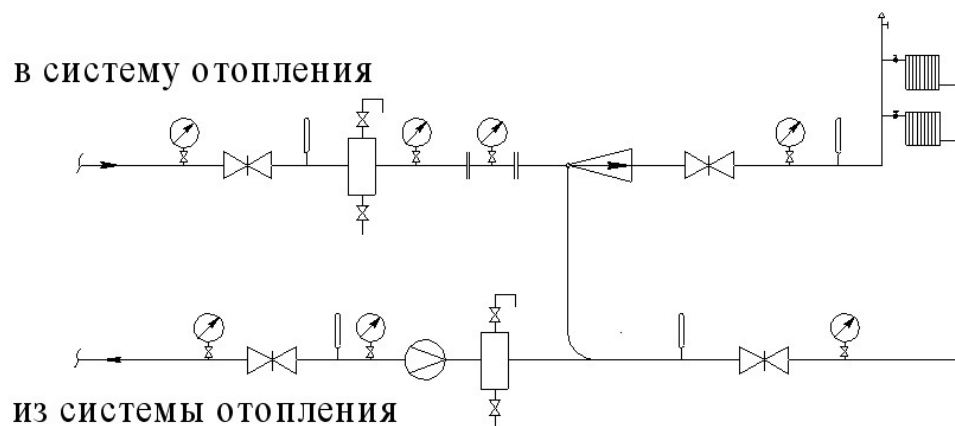


Рисунок 2 - Схема елеваторного приєднання житлових будинків

3 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Проектування і тепловий розрахунок системи опалення - обов'язковий етап при облаштуванні обігріву будинку. Основне завдання обчислювальних заходів - визначення оптимальних параметрів котла і системи радіаторів.

Елеватори призначені для зниження температури води, що надходить із теплової мережі в місцеву систему, до необхідної температури. Елеватор складається з сопла, камери всмоктування, камери змішування і дифузора. Найбільш досконалий за конструкцією елеватор ВТН - тепломережі. Основною характеристикою елеватора є коефіцієнт змішування U_p , тобто відношення витрати підмішувального (зворотної від системи опалення) води до витрати гарячої води, що надходить із теплової мережі:

$$U_p = \frac{G_o - G_m}{G_m}, \quad (3.1)$$

де G_o – розрахункова витрата води в місцевій системі опалення, т/год;

G_m - розрахункова витрата мережної води, т/год.

Значення U_p також визначають з рівняння теплового балансу елеваторного введення, яке може бути виражене через температури змішуваному води:

$$U_p = \frac{t_{1p} - t_{3p}}{t_{3p} - t_{2p}}, \quad (3.2)$$

де t_{1p} - розрахункова температура гарячої води в подаючому трубопроводі мережі, °С;

t_{2p} – розрахункова температура зворотної води місцевої системи, °С;

t_{3p} - розрахункова температура змішаної води, що надходить в місцеву систему опалення, °С.

$$U_p = \frac{150 - 95}{95 - 70} = 2,2.$$

Для створення розрахункового коефіцієнта змішування різниця напорів в подаючому і зворотному трубопроводах (наявний напір H_n , м) перед елеватором має бути не менше:

$$H_n = 1,4 \cdot h \cdot (1 + U_p)^2, \quad (3.3)$$

де $h = 1,2 - 1,4$ м.вод.ст. – величина розрахункових гідравлічних втрат у місцевій системі опалення для будинків побудованих до 1988 року.

Так як розрахунки ведуться для будинків побудованих в 1962 році, то h приймаємо $h = 1,3$ м.вод.ст.

$$H_n = 1,4 \cdot 1,3 \cdot (1 + 2,2)^2 = 18,64 \text{ м.}$$

Приймаємо $H_n = 20$ м.

Таблиця 2 - Температурний опалювальний графік

Температура зовнішнього повітря, °С	Температура в мережі, t_{1p} , °С	Температура за елеваторним вузлом, t_{3p} , °С	Температура за системою, t_{2p} , °С
-21	150,0	95,0	70,0
-20	146,9	93,4	69,0
-19	143,9	91,7	68,0
-18	140,8	90,0	67,0
-17	137,7	83,4	65,9
-16	134,6	86,7	64,9
-15	131,6	85,0	63,9
-14	128,4	83,3	62,8
-13	125,3	81,6	61,7
-12	122,2	79,9	60,7
-11	119,1	78,2	59,6
-10	115,9	76,5	58,5
-9	112,8	74,7	57,4
-8	109,6	73,0	56,3
-7	106,5	71,2	55,2
-6	103,3	69,4	54,1
-5	100,1	67,7	52,9
-4	96,9	65,9	51,8
-3	93,7	64,0	50,6
-2	90,4	62,2	49,4
-1	87,2	60,4	48,2
0	83,9	58,5	47,0
+1	80,6	56,6	45,8
+2	77,3	54,8	44,5
+3	74,0	52,8	43,2
+4	70,7	50,9	41,9
+5	67,2	48,9	40,6
+6	65	50,5	39,5
+7	65	50,5	39,5
+8	65	50,5	39,5

Від якості виготовлення елеватора залежить надійність його роботи. Тому при виготовленні елеваторів слід ретельно стежити за співвісністю сопла і камери змішання, за наявністю фасонного фланця на вході води в елеватор, а також за якістю внутрішньої поверхні сопла і камери змішування елеватора, поверхня яких повинна бути відшліфована.

Елеватор вибирають залежно від розміру діаметра камери змішування (горловини), що дорівнює:

$$d_r = 8,5 \sqrt[4]{\frac{G_c^2 \cdot (1 + U_p)^2}{h}}, \quad (3.4)$$

де G_c – витрата води, що проходить через елеваторний вузол, т/год.

$$G_c = \frac{Q_o}{t_{1p} - t_{2p}} \cdot 10^3 \text{ т/год.} \quad (3.5)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$G_c = \frac{0,195}{150 - 70} \cdot 10^3 = 2,4375 \text{ т/год;}$$

$$d_r = 8,5 \sqrt[4]{\frac{2,4375^2 \cdot (1 + 2,2)^2}{1,3}} = 22,2 \text{ мм.}$$

При виборі камери елеватора по розрахунковому діаметру камери змішування слід брати стандартний елеватор з найближчим меншим діаметром камери змішання, так як завищений діаметр камери знижує ККД елеватора.

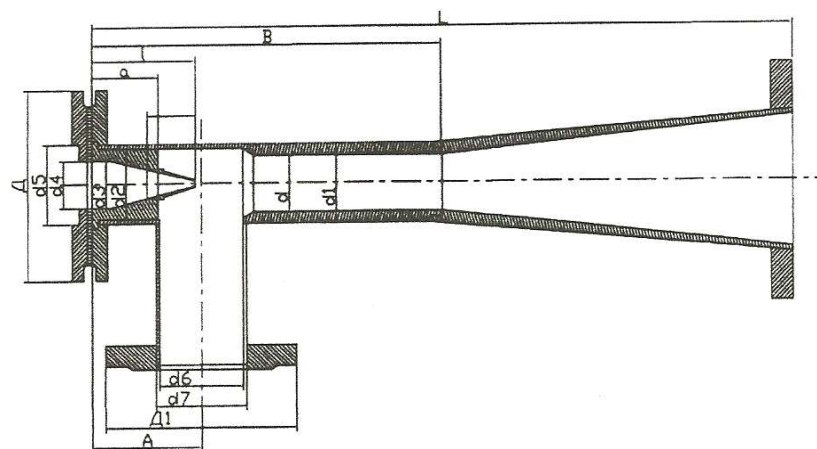
Для всіх трьох житлових будинків обираємо три елеватори під номерами №2.

Діаметр вхідного перерізу сопла елеватора визначають за формулою:

$$d_c = 9,6 \cdot \sqrt[4]{\frac{G_c^2}{H_n}}, \quad (3.6)$$

де H_n – потрібний напір перед елеваторним вузлом, м.

$$d_c = 9,6 \cdot \sqrt[4]{\frac{2,4375^2}{20}} = 7,1 \text{ мм.}$$



1 – корпус; 2 – дифузор; 3 – стакан; 4 – сопло.

Рисунок 3 - Елеватор водоструйний типу ВТН – тепломережі Мосенерго

4 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

Абонентські водо-водяні підігрівальні установки виконуються зазвичай з секційних підігрівачів, з'єднаних послідовно по первинному та вторинному теплоносія.

У таких установках легко організувати протягом первинного та вторинного теплоносіїв за схемою протитечії і отримати досить високі і порівняно близькі швидкості води в трубках і між трубному просторі.

Водо-водяні підігрівачі для системи гарячого водопостачання випускають за технічними умовами ТУ 400 - 28 - 429 - 82 Е. Підігрівники випускають з довгою трубок 2000 мм і 4000 мм. Діаметр трубок 16×1 мм; матеріал - латунь (ГОСТ 494 - 76).

Підігрівники за технічними умовами ТУ 400 - 28 - 429 - 82 Е випускають на робочий тиск гріючої і води, що нагрівається до 10 кгс/см^2 (1 МПа) при граничній температурі теплоносія 150°C . Підігрівники, що випускаються за технічними умовами ТУ 78 УРСР - 125 - 78, виконують на робочий тиск до 10 кгс/см^2 (1 МПа) при граничній температурі теплоносія 200°C . При застосуванні цих водопідігрівачів слід передбачати пропуск води що підігрівається по трубках і гріючої води (теплоносія) по міжтрубному простору. При цьому величини лінійного подовження корпусу і трубок вирівнюються.

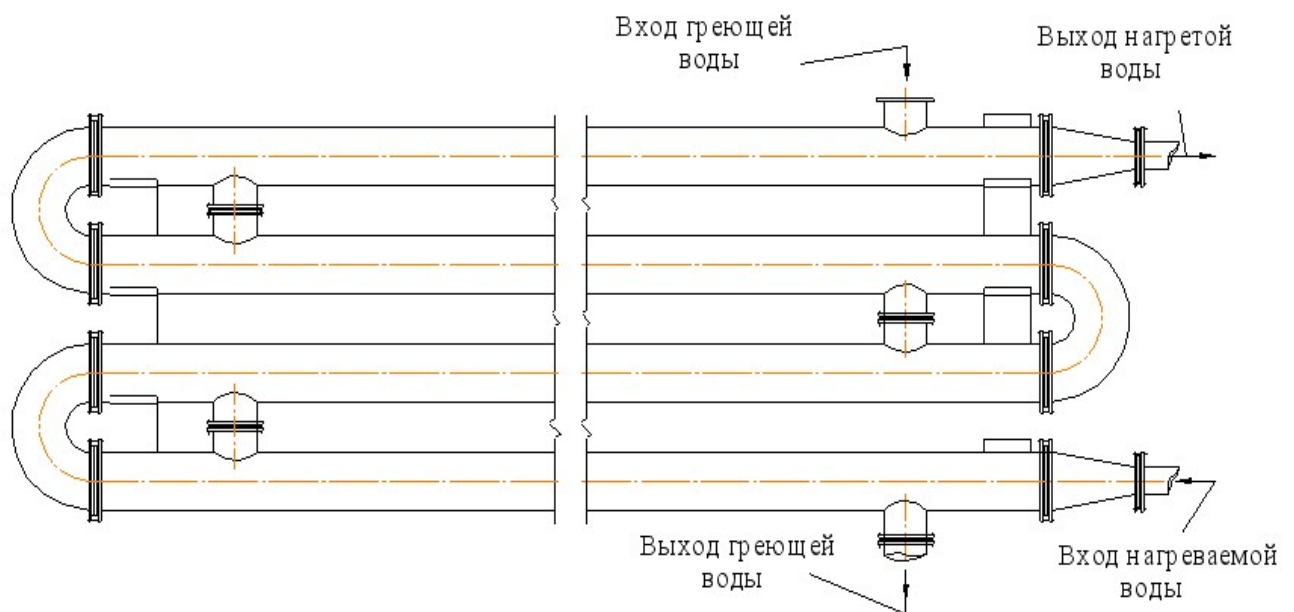


Рисунок 4 - Водо-водяний підігрівач (ТУ 400 – 28 – 429 – 82 Е)

Характеристика теплообмінного апарата наведена в таблиці 4.

Таблиця 4 – Характеристика теплообмінного апарата

Найменування, позначення	Одиниця виміру	I – ша ступень	II – га ступень
1. Тип теплообмінника	-	8-114×400×P ТУ 400-28-429- 82E	8-114×400×P ТУ 400-28-429- 82E
2. Еквівалентний діаметр каналу, $d_{ЭКВ}$	м	0,01134	0,01134
3. Діаметр латунних трубок, d	мм	16×1	16×1
4. Зовнішній діаметр кожуха однієї секції, D_3	мм	114	114
5. Внутрішній діаметр кожуха однієї секції, $D_{ВН}$	мм	106	106
6. Довжина теплообмінника, L	мм	4 420	4 420
7. Кількість трубок в одній секції	шт.	19	19
8. Площа живого перерізу, f_{TP}	м ²	0,00293	0,00293
9. Площа живого перерізу, f_{MT}	м ²	0,005	0,005

4.1 Розрахунок підігрівачів води в системі гарячого водопостачання

4.1.1 Температура зовнішнього повітря в точці зламу

$$t_3^{3Л} = t_{ВН} - \varphi \cdot (t_{ВН} - t_{p.o.}), \quad (4.1)$$

де φ – опалювальний коефіцієнт.

$$t_3^{3Л} = 20 - 0,34 \cdot (20 - (-22)) = 5,72 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

4.1.2 Температура мережної води в зворотному трубопроводі

$$t_{C.звор}^{min} = t_{C.под}^{min} - \left(t_{C.под}^p - t_{C.звор}^p \right) \cdot \frac{t_{ВН} - t_3^{3Л}}{t_{ВН} - t_{p.o.}}; \quad (4.2)$$

$$t_{C.звор}^{min} = 70 - (150 - 70) \cdot \frac{20 - 4,4}{20 - (-22)} = 42,8 \text{ } ^\circ\text{C},$$

де $t_{\text{С.под}}^{\text{min}}$ – мінімальна температура мережної води в точці зламу температурного графіка,
 $t_{\text{С.под}}^{\text{min}} = 65 \dots 75 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Приймаємо $t_{\text{С.под}}^{\text{min}} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.1.3 Температура води, що нагрівається після першого ступеня підігрівача

$$t_{\text{п}} = t_{\text{С.под}}^{\text{min}} - \delta, \quad (4.3)$$

де δ – недогрів чистої води, $\delta = 5 \dots 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Приймаємо $\delta = 8 \text{ }^{\circ}\text{C}$, тоді

$$t_{\text{п}} = 42,8 - 8 = 34,8 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

4.1.4 Теплові навантаження водопідігрівачів ГВП

а) Теплове навантаження I - го ступеня.

$$Q_1 = Q_{\text{Г.В. max}} \cdot \frac{t_{\text{п}} - t_{\text{х.з}}}{t_2 - t_{\text{х.з}}}, \quad (4.4)$$

де $t_2 = 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – температура ГВП на виході з другого ступеня;

$t_{\text{х.з}} = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – температура холодної води в зимовий період.

$$Q_1 = 1,89 \cdot \frac{34,8 - 5}{55 - 5} = 1,12 \text{ МВт}.$$

б) Теплове навантаження другого ступеня.

$$Q_2 = Q_{\text{Г.В. max}} - Q_1; \quad (4.5)$$

$$Q_2 = 1,89 - 1,12 = 0,77 \text{ МВт}.$$

4.1.5 Масової витрати гарячої води

$$G_3 = \frac{Q_1}{c_p \cdot (t_{\text{С.под}}^{\text{min}} - t_{\text{х}})}; \quad (4.6)$$

$$G_3 = \frac{1,12 \cdot 10^6}{4187 \cdot (42,8 - 5)} = 7,07 \text{ кг/с}.$$

4.1.6 Витрата мережної води в другому ступені підігрівача гарячої води

$$G_2 = \frac{Q_2}{c_{\text{в}} \cdot (t_{\text{С.под}}^{\text{min}} - t_{\text{С.звор}}^{\text{min}})}; \quad (4.7)$$

$$G_2 = \frac{0,77 \cdot 10^6}{4187 \cdot (70 - 42,8)} = 6,76 \text{ кг/с}.$$

4.1.7 Витрата тепла на опалення при температурі зовнішнього повітря дорівнює температурі в точці зламу

$$Q_0^{3\text{л}} = \sum Q \cdot \frac{t_{\text{вн}} - t_3^{3\text{л}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}}; \quad (4.8)$$

$$Q_0^{3\text{л}} = 0,6 \cdot \frac{20 - 4,4}{20 - (-22)} = 0,22 \text{ МВт}.$$

4.1.8 Витрата мережної води на опалення в точці зламу

$$G_{\text{С.о}}^{3\text{л}} = \frac{Q_0^{3\text{л}}}{c_{\text{в}} \cdot (t_{\text{С.под}}^{\text{min}} - t_{\text{С.звор}}^{\text{min}})}; \quad (4.9)$$

$$G_{\text{С.о}}^{3\text{л}} = \frac{0,22 \cdot 10^6}{4187 \cdot (70 - 42,8)} = 1,93 \text{ кг/с}.$$

4.1.9 Сумарна витрата мережної води на перший ступінь водонагрівача

$$G_1 = \Phi(G_2 + G_{\text{с.о}}^{3\text{л}}), \quad (4.10)$$

де $\Phi = 0,85$ - коефіцієнт запасу, який враховує витрату мережної води, котра не попадає у першу ступінь водонагрівача.

$$G_1 = 0,85(6,76 + 1,93) = 7,38 \text{ кг/с.}$$

4.1.10 Температура мережної води на виході з першого ступеня підігрівача

$$t' = t_{\text{с.звор}}^{\text{min}} - \frac{Q_1}{c_{\text{в}} \cdot G_1}; \quad (4.11)$$

$$t' = 42,8 - \frac{1,12 \cdot 10^6}{4187 \cdot 7,38} = 6,55 \text{ } ^\circ\text{C.}$$

4.2 Розрахунок підігрівача I ступеня

Площа поверхні нагріву I ступеня швидкісного водопідігрівача визначаю за формулою:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta \bar{t}}, \quad (4.12)$$

де Q - розрахункова витрата теплоти, кВт;

F - площа поверхні нагрівання I ступеня водопідігрівача, м^2 ;

k - коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{ } ^\circ\text{C})$;

$\Delta \bar{t}$ - середньо логарифмічна різниця температур між гріючою і нагріваємым середовищем, $^\circ\text{C}$.

Температурна схема процесу зображена на рисунку 5.

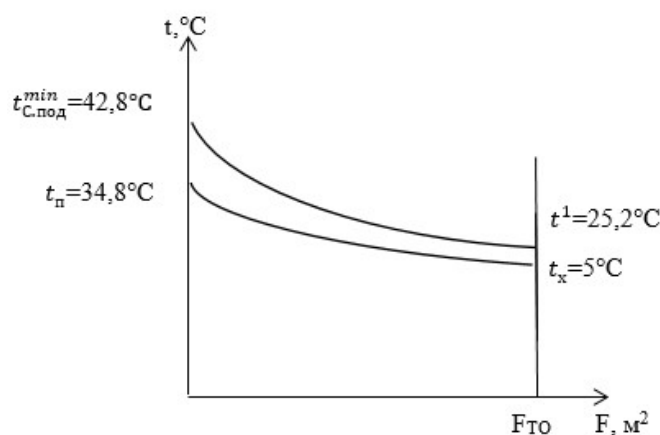


Рисунок 5 - Температурна схема процесу

Середня логарифмічна температур розраховується за наступною формулою:

$$\Delta \bar{t} = \frac{t_6 - t_M}{\ln \frac{t_6}{t_M}}. \quad (4.13)$$

Розрахуємо більшу і меншу різницю температур:

$$t_6 = t_{\text{с.под}}^{\text{min}} - t_{\text{п}}; \quad (4.14)$$

$$t_6 = 42,8 - 34,8 = 8 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$t_M = t' - t_x; \quad (4.15)$$

$$t_M = 6,55 - 5 = 1,55 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Отже,

$$\Delta \bar{t} = \frac{8 - 1,55}{\ln \frac{8}{1,55}} = 3,93 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Середню температуру гріючої води t_{cp1} визначаємо за формулою:

$$t_{cp1} = \frac{t_{C.под}^{min} + t'}{2}; \quad (4.16)$$

$$t_{cp1} = \frac{42,8 + 6,55}{2} = 24,67 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

За t_{cp1} визначимо теплофізичні параметри:

$$\rho_1 = 997,03 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}; \lambda_1 = 0,607 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C}}; \vartheta_1 = 0,00000091 \frac{\text{м}^2}{\text{с}}; Pr_1 = 6,27.$$

Середню температуру води, що нагрівається t_{cp2} визначаємо за формулою:

$$t_{cp2} = \frac{t_n + t_x}{2}; \quad (4.17)$$

$$t_{cp2} = \frac{34,8 + 5}{2} = 19,9 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

За t_{cp2} визначимо теплофізичні параметри:

$$\rho_2 = 998,21 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}; \lambda_2 = 0,5987 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C}}; \vartheta_2 = 0,000001 \frac{\text{м}^2}{\text{с}}; Pr_2 = 7,045.$$

Визначимо температуру стінки $t_{ст}$:

$$t_{ст} = \frac{t_{cp1} + t_{cp2}}{2}; \quad (4.18)$$

$$t_{ст} = \frac{24,67 + 19,9}{2} = 22,28 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

За $t_{ст}$ визначимо необхідні теплофізичні параметри:

$$Pr_{ст} = 6,57.$$

Швидкість води W в трубному та міжтрубному просторі визначається за формулою:

$$W = \frac{G}{z \cdot f \cdot \rho}; \quad (4.19)$$

$$W_{тр} = \frac{G_1}{z \cdot f_{тр} \cdot \rho_1} = \frac{7,38}{4 \cdot 0,00293 \cdot 997,03} = 0,67 \text{ м/с};$$

$$W_{мт} = \frac{G_1}{z \cdot f_{мт} \cdot \rho_2} = \frac{7,38}{4 \cdot 0,005 \cdot 998,21} = 0,37 \text{ м/с}.$$

Визначимо температурний множник A за наступною формулою:

$$A = 0,1 \cdot \frac{\lambda}{\vartheta^{0,73}} \cdot Pr^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr}{Pr_{ст}} \right)^{0,25}; \quad (4.20)$$

$$A_{тр} = 0,1 \cdot \frac{0,607}{0,00000091^{0,73}} \cdot 6,27^{0,43} \cdot \left(\frac{6,27}{6,57} \right)^{0,25} = 3552,44;$$

$$A_{\text{MT}} = 0,1 \cdot \frac{0,5987}{0,000001^{0,73}} \cdot 7,045^{0,43} \cdot \left(\frac{7,045}{6,57}\right)^{0,25} = 3532,98.$$

Визначимо коефіцієнт тепловіддачі α за наступною формулою:

$$\alpha = A \cdot \frac{W^{0,73}}{d_{\text{екв}}^{0,27}}; \quad (4.21)$$

$$\alpha_{\text{тр}} = A_{\text{тр}} \cdot \frac{W_{\text{тр}}^{0,73}}{d_{\text{екв}}^{0,27}} = 3552,44 \cdot \frac{0,67^{0,73}}{0,01134^{0,27}} = 8821,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}};$$

$$\alpha_{\text{MT}} = A_{\text{MT}} \cdot \frac{W_{\text{MT}}^{0,73}}{d_{\text{екв}}^{0,27}} = 3532,98 \cdot \frac{0,37^{0,73}}{0,01134^{0,27}} = 5733,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}.$$

Визначимо коефіцієнт теплопередачі k за наступною формулою:

$$k = \frac{\beta}{\frac{1}{\alpha_{\text{тр}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{MT}}} + \frac{\delta_{\text{СТ}}}{\lambda_{\text{СТ}}} + R_{\text{H}}}, \quad (4.22)$$

де β – це поправка, що враховує нерівномірність поля швидкостей в перерізі, приймаємо $\beta = 0,93$;

R_{H} – термічний опір накипу і його величина становить $R_{\text{H}} = 0,0002 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

$\delta_{\text{СТ}}$ – товщина стінки, приймаємо $\delta_{\text{СТ}} = 0,001 \text{ м}$;

$\lambda_{\text{СТ}}$ – теплопровідність сталі, $\text{Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$.

$$k = \frac{0,93}{\frac{1}{8821,5} + \frac{1}{5733,5} + \frac{0,001}{22} + 0,0002} = 1453 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Визначивши всі невідомі величини знайдемо площу поверхні нагріву I ступеня:

$$F = \frac{1,12 \cdot 10^6}{1453 \cdot 3,93} = 13,06 \text{ м}^2.$$

Число секцій підігрівача визначаємо за формулою:

$$n = \frac{F}{F_{\text{с}}}; \quad (4.23)$$

$$n = \frac{13,06}{3,54} \approx 4 \text{ шт.}$$

4.2.1 Гідравлічний розрахунок

Гідравлічний розрахунок підігрівачів зводиться до визначення втрат напору (м) гріючої і води, що нагрівається. Визначимо число Рейнольдса за наступною формулою:

$$Re_{\text{тр}} = \frac{W_{\text{тр}} \cdot d_{\text{екв}}}{\vartheta_1}; \quad (4.24)$$

$$Re_{\text{тр}} = \frac{0,67 \cdot 0,01134}{0,00000091} = 8349,23;$$

$$Re_{\text{MT}} = \frac{W_{\text{MT}} \cdot d_{\text{екв}}}{\vartheta_2}; \quad (4.25)$$

$$Re_{\text{MT}} = \frac{0,37 \cdot 0,01134}{0,000001} = 4195.$$

Визначимо коефіцієнт гідравлічного тертя за наступною формулою:

$$\lambda_{0.1} = \frac{c}{Re_{\text{тр}}^{0,25}}; \quad (4.26)$$

$$\lambda_{0.1} = \frac{19,3}{8349,23^{0,25}} = 2,02;$$

$$\lambda_{0.2} = \frac{c}{Re_{\text{мт}}^{0,25}}; \quad (4.27)$$

$$\lambda_{0.2} = \frac{19,3}{4195^{0,25}} = 2,39.$$

Визначимо втрати тиску у каналах зі сторони мережі за наступною формулою:

$$\Delta P_{\text{тр}} = \lambda_{0.1} \cdot \frac{L}{d_{\text{екв}}} \cdot \frac{n \cdot \rho_1 \cdot W_{\text{тр}}^2}{2}; \quad (4.28)$$

$$\Delta P_{\text{тр}} = 2,02 \cdot \frac{4,42}{0,01134} \cdot \frac{4 \cdot 997,03 \cdot 0,67^2}{2} = 704771 \text{ Па.}$$

Визначимо втрати тиску у каналах зі сторони води, що нагрівається за наступною формулою:

$$\Delta P_{\text{мт}} = \lambda_{0.2} \cdot \frac{L}{d_{\text{екв}}} \cdot \frac{n \cdot \rho_2 \cdot W_{\text{мт}}^2}{2}; \quad (4.29)$$

$$\Delta P_{\text{мт}} = 2,39 \cdot \frac{4,42}{0,01134} \cdot \frac{4 \cdot 998,21 \cdot 0,37^2}{2} = 254602 \text{ Па.}$$

4.2.2 Розрахунок патрубків

-по гріючому теплоносію:

$$d_{\text{п1}} = \sqrt{\frac{f_{\text{мт}} \cdot 4}{\pi}}; \quad (4.30)$$

$$d_{\text{п1}} = \sqrt{\frac{0,005 \cdot 4}{\pi}} = 0,08 \text{ м.}$$

-по нагрівавемому теплоносію:

$$d_{\text{п2}} = \sqrt{\frac{f_{\text{тр}} \cdot 4}{\pi}}; \quad (4.31)$$

$$d_{\text{п2}} = \sqrt{\frac{0,00293 \cdot 4}{\pi}} = 0,061 \text{ м.}$$

4.3 Розрахунок підігрівача II ступеня

Температура потоку що нагрівається на вході в теплообмінник:

$$t'_2 = t_2 - \frac{Q_2}{c_B \cdot G_2}; \quad (4.32)$$

$$t'_2 = 55 - \frac{0,77 \cdot 10^6}{4187 \cdot 6,76} = 27,78 \text{ } ^\circ\text{C.}$$

Температурну схему процесу зображено на рисунку 6.

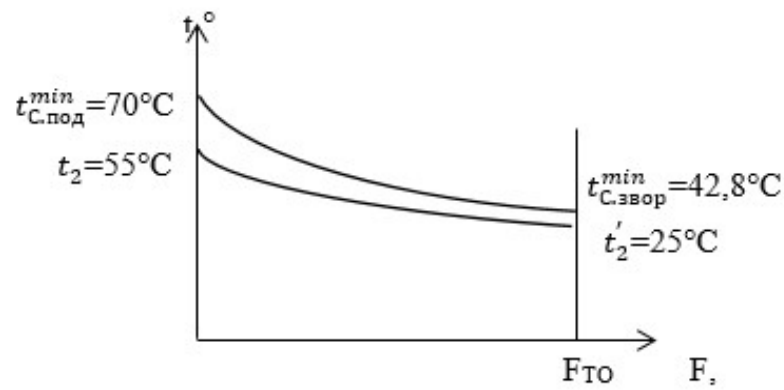


Рисунок 6 - Температурна схема процесу

Середню логарифмічну температуру визначимо за формулою (4.13):

$$\Delta \bar{t} = \frac{t_6 - t_M}{\ln \frac{t_6}{t_M}}.$$

Розрахуємо більшу і меншу різницю температур:

$$t_M = t_{C.под}^{min} - t_2; \quad (4.33)$$

$$t_M = 70 - 55 = 15 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$t_6 = t_{C.звор}^{min} - t_2'; \quad (4.34)$$

$$t_6 = 42,8 - 27,78 = 15,02 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Отже,

$$\Delta \bar{t} = \frac{15,02 - 15}{\ln \frac{15,02}{15}} = 15,01 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Середню температуру гріючої води $t_{ср3}$ визначаємо за формулою:

$$t_{ср3} = \frac{t_{C.звор}^{min} + t_{C.под}^{min}}{2}; \quad (4.35)$$

$$t_{ср3} = \frac{42,8 + 70}{2} = 56,4 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

За $t_{ср3}$ визначимо теплофізичні параметри:

$$\rho_3 = 985 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}; \lambda_3 = 0,655 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}; \nu_3 = 0,000000506 \frac{\text{м}^2}{\text{с}}; Pr_3 = 3,18.$$

Середню температуру води, що нагрівається $t_{ср4}$ визначаємо за формулою:

$$t_{ср4} = \frac{t_2 + t_2'}{2}; \quad (4.36)$$

$$t_{ср4} = \frac{55 + 27,78}{2} = 41,39 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

За t_{cp4} визначимо теплофізичні параметри:

$$\rho_4 = 991,6 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}; \lambda_4 = 0,639 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}; \vartheta_4 = 0,000000644 \frac{\text{м}^2}{\text{с}}; Pr_4 = 4,2.$$

Визначимо температуру стінки $t_{ст1}$:

$$t_{ст1} = \frac{t_{cp3} + t_{cp4}}{2}; \quad (4.37)$$

$$t_{ст1} = \frac{56,4 + 41,39}{2} = 48,9 ^\circ\text{C}.$$

За $t_{ст1}$ визначимо необхідні теплофізичні параметри:

$$Pr_{ст1} = 3,62.$$

Швидкість води W в трубному та міжтрубному просторі визначається за формулою (4.19):

$$W = \frac{G}{z \cdot f \cdot \rho};$$

$$W_{тр1} = \frac{G_2}{z \cdot f_{тр} \cdot \rho_3} = \frac{6,76}{4 \cdot 0,00293 \cdot 985} = 0,585 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

$$W_{мт1} = \frac{G_2}{z \cdot f_{мт} \cdot \rho_4} = \frac{6,76}{4 \cdot 0,005 \cdot 991,6} = 0,34 \text{ м/с}.$$

Визначимо температурний множник A за формулою (4.20):

$$A = 0,1 \cdot \frac{\lambda}{\vartheta^{0,73}} \cdot Pr^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr}{Pr_{ст}} \right)^{0,25};$$

$$A_{тр1} = 0,1 \cdot \frac{0,655}{0,000000506^{0,73}} \cdot 3,18^{0,43} \cdot \left(\frac{3,18}{3,62} \right)^{0,25} = 4142,7;$$

$$A_{мт1} = 0,1 \cdot \frac{0,639}{0,000000644^{0,73}} \cdot 4,2^{0,43} \cdot \left(\frac{4,2}{3,62} \right)^{0,25} = 4116,37.$$

Визначимо коефіцієнт тепловіддачі α за формулою (4.21):

$$\alpha = A \cdot \frac{W^{0,73}}{d_{екв}^{0,27}};$$

$$\alpha_{тр1} = A_{тр1} \cdot \frac{W_{тр1}^{0,73}}{d_{екв}^{0,27}} = 4142,7 \cdot \frac{0,585^{0,73}}{0,01134^{0,27}} = 9399,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}};$$

$$\alpha_{мт1} = A_{мт1} \cdot \frac{W_{мт1}^{0,73}}{d_{екв}^{0,27}} = 4116,37 \cdot \frac{0,34^{0,73}}{0,01134^{0,27}} = 6284,6 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}.$$

Визначимо коефіцієнт теплопередачі k_1 за наступною формулою:

$$k_1 = \frac{\beta}{\frac{1}{\alpha_{тр1}} + \frac{1}{\alpha_{мт1}} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + R_H}, \quad (4.38)$$

де β – це поправка, що враховую нерівномірність поля швидкостей в перерізі, приймаємо $\beta = 0,93$;

R_H – термічний опір накипу і його величина становить $R_H = 0,0002 (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

					ТП 51 48 002 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

$\delta_{\text{ст}}$ – товщина стінки, приймаємо $\delta_{\text{ст}}=0,001$ м;

$\lambda_{\text{ст}}$ – теплопровідність сталі, Вт/м · °С.

$$k_1 = \frac{0,93}{\frac{1}{9399,2} + \frac{1}{6284,6} + \frac{0,001}{22} + 0,0002} = 1823,52 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}).$$

Визначивши всі невідомі величини знайдемо площу поверхні нагріву II ступеня:

$$F_1 = \frac{0,77 \cdot 10^6}{1823,52 \cdot 15,01} = 11,8 \text{ м}^2.$$

Число секцій підігрівача визначаємо за формулою:

$$n = \frac{F_1}{F_c}; \quad (4.39)$$

$$n = \frac{11,8}{3,54} \approx 4 \text{ шт.}$$

4.3.1 Гідравлічний розрахунок

Гідравлічний розрахунок підігрівачів зводиться до визначення втрат напору (м) гріючої і води, що нагрівається. Визначимо число Рейнольдса за наступною формулою:

$$Re_{\text{тр1}} = \frac{W_{\text{тр1}} \cdot d_{\text{екв}}}{\vartheta_3}; \quad (4.40)$$

$$Re_{\text{тр}} = \frac{0,585 \cdot 0,01134}{0,000000506} = 13110;$$

$$Re_{\text{мт1}} = \frac{W_{\text{мт1}} \cdot d_{\text{екв}}}{\vartheta_4}; \quad (4.41)$$

$$Re_{\text{мт}} = \frac{0,34 \cdot 0,01134}{0,000000644} = 5986.$$

Визначимо коефіцієнт гідравлічного тертя за наступною формулою:

$$\lambda_{0.3} = \frac{c}{Re_{\text{тр1}}^{0,25}}; \quad (4.42)$$

$$\lambda_{0.3} = \frac{19,3}{13110^{0,25}} = 1,8;$$

$$\lambda_{0.4} = \frac{c}{Re_{\text{мт1}}^{0,25}}; \quad (4.43)$$

$$\lambda_{0.4} = \frac{19,3}{5986^{0,25}} = 2,47.$$

Визначимо втрати тиску у каналах зі сторони мережі за наступною формулою:

$$\Delta P_{\text{тр1}} = \lambda_{0.3} \cdot \frac{L}{d_{\text{екв}}} \cdot \frac{n \cdot \rho_3 \cdot W_{\text{тр1}}^2}{2}; \quad (4.44)$$

$$\Delta P_{\text{тр1}} = 1,8 \cdot \frac{4,42}{0,01134} \cdot \frac{4 \cdot 985 \cdot 0,585^2}{2} = 472998 \text{ Па.}$$

Визначимо втрати тиску у каналах зі сторони води, що нагрівається за наступною формулою:

$$\Delta P_{\text{MT1}} = \lambda_{0.4} \cdot \frac{L}{d_{\text{екв}}} \cdot \frac{n \cdot \rho_4 \cdot W_{\text{MT1}}^2}{2}; \quad (4.45)$$

$$\Delta P_{\text{MT1}} = 2,47 \cdot \frac{4,42}{0,01134} \cdot \frac{4 \cdot 991,6 \cdot 0,34^2}{2} = 220714 \text{ Па.}$$

Визначивши всі необхідні величини занесемо дані в таблицю.

Таблиця 5 - Характеристики водо-водяного підігрівача для системи ГВП

Найменування, позначення	Одиниця виміру	I –ша ступень	II – га ступень
1. Тип теплообмінника	-	8-114×400×P ТУ 400-28-429- 82E	8-114×400×P ТУ 400-28-429- 82E
2. Площа поверхні теплообмінника, F	м²	13,06	11,8
3. Кількість секцій, n	шт.	4	4
4. Кількість трубок в одній секції	шт.	19	19
5. Теплове навантаження, Q	МВт	1,12	0,77
6. Витрата мережної води, G	кг/с	7,38	6,76
7. Коефіцієнт теплопередачі, k	$\frac{Вт}{(м^2 \cdot ^\circ C)}$	1453	1823,52
8. Коефіцієнт тепловіддачі, α_1	$\frac{Вт}{(м^2 \cdot ^\circ C)}$	8821,5	9399,2
9. Коефіцієнт тепловіддачі, α_2	$\frac{Вт}{(м^2 \cdot ^\circ C)}$	5733,5	6284,6
10. Швидкість мережної води, $W_{\text{тр}}$	м/с	0,67	0,585
11. Швидкість води, що нагрівається, W_{MT}	м/с	0,37	0,34
12. Втрата тиску води, що нагрівається, ΔP_{MT}	Па	254602	220714
13. Втрата тиску гріючої води, $\Delta P_{\text{тр}}$	Па	704771	472998

5 ВИБІР ОСНОВНОГО І ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ

5.1 Насоси

У системах тепlopостачання як мережних циркуляційних, підкачувальних, змішувальних і підживлювальних насосів можуть використовуватися центробіжні насоси.

У схемі приєднання гарячого водопостачання з включенням підігрівачів по паралельній схемі насоси встановлені на циркуляційному контурі ГВП. Тому вибираємо насоси ЦВЦ - малогабаритні моно блокові з вбудованим асинхронним електродвигуном коротко замкнутого типу. На валу електродвигуна встановлено робоче колесо без сальникового насоса. Біс сальникова конструкція дозволяє забезпечити експлуатацію насосів без постійного спостереження. Змащування та охолодження підшипників здійснюються водою, що перекачується. Насоси встановлюють безпосередньо на трубопроводах, що спрощує їх монтаж та експлуатацію і дозволяє обходитися без спеціальних фундаментів. З'єднують насоси з трубопроводами за допомогою ніпельні або фланцевих з'єднань (залежно від типорозміру насоса). Рівень шуму працюючих насосів не перевищує 40-55 дБ (залежно від типорозміру насоса). Призначені насоси для перекачування води з температурою до 100 °С в системах центрального опалення і гарячого водопостачання.

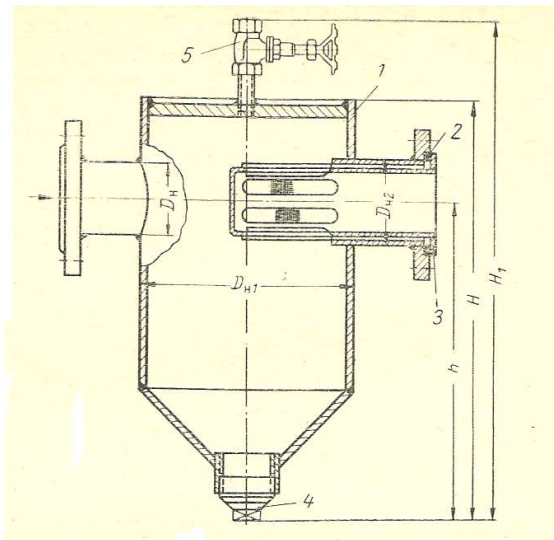
Таблиця 6 - Основні розміри електронасосів ЦВЦ

Марка насоса	Розміри, мм					Маса, кг
	Dy	A _{макс}	B _{макс}	Б _{макс}	Г _{макс}	
ЦВЦ 2,5-2	25	281	136	252	203	8
ЦВЦ 4-2,8	32	305	153	285	232	10
ЦВЦ 6,3-3,5	40	360	173	287	231	12
ЦВЦ 10-4,7	40	360	179	301	238	34
ЦВЦ 16-6,7	50	402	196	379	299	38
ЦВЦ 25-9,2	70	457	226	395	322	43

5.2 Грязьовики

Грязьовики призначені для очищення води в системах тепlopостачання від зважених частинок бруду, піску та інших домішок. Грязьовики встановлюють на вводі в будинок на подаючому і зворотному трубопроводах. Грязьовики підбирають по діаметру підвідних трубопроводів. Швидкість руху теплоносія в поперечному перерізі грязьовика не повинна перевищувати 0,05 м/с.

Приклад конструкції абонентського грязьовика наведений на рисунку 7.



1-корпус; 3-змінюючий фільтр; 4-пробка для спуску бруду; 5-кран для спуску повітря

Рисунок 7 - Грязьовик абонентський конструкції оргенергостроя

Таблиця 7 - Основні розміри грязьовиків

D_y	D_n	D_{n1}	D_{n2}	H	H_1	h	L
40	45	57	159	345	410	256	344
50	57	76	159	390	512	290	363
70	76	89	219	468	596	338	423
80	89	108	273	535	661	405	473
100	108	133	325	614	740	454	523
125	133	159	277	698	824	498	573
150	159	194	426	748	874	548	625
175	194	214	478	850	976	625	727
200	219	245	529	950	1076	700	837

5.3 Засоби контролю системи теплопостачання

5.3.1 Прилади для вимірювання температури

Термометри технічні ртутні (ГОСТ 2823 - 73 Е) призначені для вимірювання температури при контролі температурного режиму. Основні переваги приладу - простота конструкції і досить висока точність вимірювань (похибка показників - не вище одного поділу шкали).

Недоліки - погана видимість шкали, неможливість автоматизації вимірювань.

Діаметр оболонки термометра:

- верхньої частини 18 ± 1 мм;
- занурюваної частини 7,5 мм.

Обираємо термометри №4:

- межа вимірювань $0 \dots +100$
- розподіл шкали 1°C
- довжина верхньої частини 240 мм
- довжина навантажується частини термометра прямого (П) 163 мм

А також термометри №5

- межа вимірювань $0 \dots +160$
- розподіл шкали 1°C
- довжина верхньої частини 240 мм
- довжина навантажується частини термометра прямого (П) 403 мм

5.3.2 Прилади для вимірювання тиску

У теплопостачанні для вимірювання тиску використовують манометри надлишкового тиску.

Випускаю манометри наступних верхніх меж вимірювань:

0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0; 10; 16; 25 и т.д. до 10 000 кгс/см². Нижня межа у всіх приладів дорівнює нулю. Перевантаження манометрів по тиску допускається не більше 25%. Прилади випускають у корпусах діаметром:

40, 60, 100, 160, 250 мм.

Клас точності технічних приладів - 0,6 - 4,0. Найбільш високий клас точності мають прилади в корпусах діаметром 160 і 250 мм.

Рекомендується до застосування такі типи манометрів:

ОБМ – 160; ОБМ 1 – 100; М – 250 – манометри показуючі пружинні.

Обираємо ОБМ 1 – 100:

- верхня межа вимірювань - $16 \text{ і } 25$ кгс/см²
- клас точності - 2,5 мм
- маса - 0,8 кг
- завод – виробник - Томський манометровий завод.

5.3.3 Прилади для вимірювання витрати

Лічильники рідин швидкісні (водоміри) призначені для вимірювання сумарної витрати чистої рідини, що протікає по трубопроводу. При малих витратах застосовуються крильчатці лічильники типу УВК (ГОСТ 6019 - 83).

Основні технічні дані:

- робочий тиск - 10 кгс/см²

- основна похибка - 5% в інтервалі від нижньої межі вимірювання до величини витрати і 10% - від верхньої межі, в іншому діапазоні основна похибка \pm 2%

- температура вимірюваного середовища + 30°C (для лічильників типа УВК).

Приєднання до трубопроводу штуцерний у крильчасті лічильників.

Таблиця 8 - Технічні характеристики водомірів

Тип лічильника	Du, мм	Межі виміру м ³ /ч			Поріг чутливості, м ³ /год	Габаритні розміри, мм
		Номінальний	Верхній	Нижній		
УВК - 20	20	1,6	2,5	0,06	0,025	250×112×152
УВК - 25	25	2,2	3,5	0,08	0,035	280×156×112
УВК - 32	32	3,2	5,0	0,105	0,05	300×112×164
УВК - 40	40	6,3	10,0	0,17	0,1	330×112×169

5.3.4 Засоби регулювання температури і витрат теплоти

Призначення регулятора витрати води (РВВ) - в підтримці витрати води в межах заданих значень, незалежно від зміни тиску в підводиться («до себе») і / або відводиться («після себе») потоках. Залежно від моделі, додатково можуть бути включені функції регулювання температури (термодатчики), що збільшує ціну регулятора витрати води.

Принцип дії заснований на поєднанні функцій балансувального клапана регулятора витрати води, і калібрувальника перепаду тиску, який змінює положення при збільшенні або зниженні заданого значення тиску.

Більшість регуляторів витрати води класифікуються як арматура прямої дії. РВ непрямої дії конструктивно складніше і дорожче, що робить їх застосування рідкісним. В конструкції - контролер (програмований), який регулює клапан і датчик.

Налаштування регулятора витрати прямої дії виконується після заповнення трубопроводу водою, під час пусконаладження всієї системи. У разі якщо точно відомий необхідна витрата і чітко визначена позиція на настроювальної шкалою, допускається настройка регулятора витрати до моменту заповнення трубопроводу водою. Налаштовується регулятор витрати, обертанням рукоятки змінює гідравлічний опір дроселя, до моменту вирівнювання витрати з заданим значенням. Для полегшення налаштування витрати і контролю за роботою регулятора в місці відбору імпульсу необхідно встановити манометр.

Точність підтримки витрати води перевіряється прямим методом по витратоміра встановленому на тому ж трубопроводі, а при відсутності витратоміра непрямим, наприклад, у випадку з системою опалення при відомій тепловій потужності витрата можна визначити по різниці температур між входом в систему і виходом з неї. Перевірка регулятора витрати виконується шляхом зміни тиску води до або після нього. Тиск води змінюють будь-регулюючої або запірною арматурою встановленої на тому ж трубопроводі, при цьому звертають увагу на швидкість спрацювання і точність підтримки витрати регулятором.

Прилад для регулювання температури в системах гарячого водопостачання - датчик температури типу ТМП. Призначений для регулювання температури гарячого водопостачання, може працювати в комплекті з регулюючими клапанами типу РК - 1, УРРД - для автоматизації закритих систем гарячого водопостачання і з клапанами змішання - для автоматизації відкритих систем гарячого водопостачання.

Коротка технічна характеристика

діапазон регулювання, °С.....10 – 150
 зона пропорційності, °С.....До 5,0
 Зона не чутливості, °С.....До 0,5
 Постійна часу, сне більше 30
 Робочий агент.....вода, повітря,
 неагресивний газ тиск 2-20 кгс/см² (0,2-1 МПа).

5.3.5 Засоби регулювання тиску та витрати води

Універсальний регулятор витрати і тиску прямої дії типу УРРД односильфонний, розвантажений застосовується для стабілізації тиску «до і після себе», витрати, перепаду тисків.

Регулятор збирають за схемою «нормально відкритий або закритий нормально», для цього золотник регулятора повертають на 180 °. Регулятор прямої дії складається з одного регулюючого органу, розвантаженого сильфоні вузлом і мембрано-пружинного виконавчого механізму.

Регульоване тиск може бути підведено до верхньої порожнини мембранного приводу при регулюванні тиску «після себе», до нижньої порожнини - при регулюванні тиску «до себе» і до обох порожнин - при регулюванні перепаду тисків.

Величину регульованого тиску встановлюють за рахунок натягу пружини настройки, а також за рахунок застосування пружин різної жорсткості.

Технічна характеристика регулятора

умовний тиск, кгс/см²16
 Температура регульованої середовища, °С.....до 180
 Верхня межа налаштування тиску

І перепаду тисків, кгс/см ²	1,0; 2,5; 4,0; 6,0
зона пропорційності. %.....	12–20 (від верхньої межі налаштування)
Умовний діаметр, мм.....	25; 50; 80
Коефіцієнт пропускної здатності, K _v , м ³ /ч.....	6; 25; 60
Гарантійний термін служби, років.....	2
Габаритні розміри.....	220×160×750 220×230×815
Маса, кг.....	28; 29

5.3.6 Захист від корозії, шламу і накипу місцевих установок гарячого водопостачання

У системах теплопостачання корозійні процеси протікають більш інтенсивно, ніж в холодному водопроводі, тому протикорозійний обробка води на водоочисних станціях є, як правило, недостатньою. При цьому проведення її у великих розмірах на водоочисних станціях не завжди доцільно і можливо, так як частка води, що відбирається з водопроводу в системи теплопостачання, невелика, а витрати реагентів зростають значно.

Матеріали, стійкі проти корозії, в системах теплопостачання в даний час застосовуються досить незначно через дефіцитності і дорожнечі або технічних недосконалостей конструкцій. До числа поширених відносяться теплообмінники з латунними трубками і трубками з нержавіючої сталі, чавунні опалювальні прилади, різна арматура з чавуну, латуні і бронзи.

При закритих системах теплопостачання в місцеві установки гарячого водопостачання надходить вода з водопроводу, що містить агресивні гази, головним чином O₂ і CO₂, солі тимчасової жорсткості і в ряді випадків агресивні речовини - хлориди і сульфати (Cl + SO₄).

Тому за певних умов виникає небезпека корозії і зашламування місцевих установок гарячого водопостачання та абонентських підігрівальні установок. Небезпека зашламування залежить в першу чергу від карбонатної (тимчасової) жорсткості води.

Необхідно передбачати установку спрощених захисних пристроїв проти зашламування і накипоутворення.

Одним з таких пристроїв є апарат для намагнічування води. Такі апарати будуються як з постійними магнітами, так і з електромагнітами.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система законодавчих актів і відповідних їм соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, направлених на збереження здоров'я і життя людини в процесі роботи.

Енергетика - галузь промисловості пов'язана з підвищеною небезпекою на виробництві. Сучасне енергетичне підприємство має на своїй території різноманітне обладнання, робота на якому може привести до травматизму недотриманні правил та інструкцій роботи з цим обладнанням.

За статистичними даними профспілок, в народному господарстві України / без урахування навчальних закладів / щорічно гине близько 2,5 тис. І травмується понад 140 тис. Осіб, на обліку перебуває близько 180 тис. Інвалідів внаслідок професійного захворювання / не враховуючи прихованих даних і побутових травм /, що за неофіційними даними становить третину цієї кількості постраждалих. Загалом втрати працездатного населення змушують на ВІД звернути найсерйознішу увагу. А які моральні і економічні втрати несе наше суспільство внаслідок травматизму, і особливо смерті. Зі вступом в дію Закону "Про охорону праці" та створенням відповідного комітету в КМ України справу охорони праці значно поправляється. У свою чергу, Закон України "Про охорону праці" передбачає реалізацію прав трудящих на безпечні умови праці, пільги та компенсації, на соціальний захист у випадках нанесення шкоди здоров'ю, у зв'язку з виробничими травмами і професійними захворюваннями через колективний договір.

На ЦТП використовуються сосуди під тиском.

Електробезпека. По небезпеці електротравматизму тепловий пункт відноситься до 3 категорії «особливо небезпечне приміщення», оскільки є такі чинники підвищеної небезпеки: струмопровідні підлоги в приміщенні, можливість одночасного дотику людини до корпусу споживача електроенергії і металевих предметів, які мають контакт із землею, а також підвищену вологість повітря.

Видача електричної потужності в енергосистему здійснюється по лініях 110 і 330 кВ з відкритого розподільного пристрою.

Блокові трансформатори і трансформатори власних потреб розташовані уздовж фасадної стіни машинного залу.

У пусковий котельні розміщено таке обладнання:

- електроспоживачі на напругу 380х220В живляться від мережі з глухо заземленою нейтраллю (двигуни засувки і т.д.);
- електродвигуни на напругу 6, 3КВ з ізолюваною нейтраллю (мережевий електронасос).

					ТП 51 48 002 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

За небезпеки електро травматизму котельне відділення відноситься до 3ої категорії приміщень ("особливо небезпечні"), тому що присутні два фактори небезпеки; струмопровідний підлогу і можливість одночасного дотику до корпусу електроспоживачів та метало-конструкції має контакт з землею.

Прийняте в проєкті електротехнічне обладнання, апаратура, кабелі та проводи, розподільні пристрої всіх видів і напруга за своїми номінальним параметрам задовольняють умовам роботи як при нормальних режимах, так і при коротких замиканнях, перевантаженнях, перевантаженнях.

Технічні рішення по запобіганню електротравм від контакту з нормально струмоведучими елементами електроустановок:

- ізоляція нормально струмоведучих елементів, опір ізоляції не менше 1 кОм на 1В напруги;

- забезпечення недоступності неізольованих струмоведучих елементів (розміщені в недоступних місцях в металевих шафах, огорожу - металева сітка);

- використання позначень в електрообладнанні щоб уникнути помилкових дій при обслуговуванні і експлуатації електроустаткування (написи, таблички, попереджувальні знаки, сигналізація);

- використання зниженої напруги (12 В в стаціонарній мережі розеток для переносного електроосвітлення в котельних і 42 В в системі місцевого освітлення і ручного електроінструменту;

- підведення кабелю до споживачів в трубах, в закритих конструкціях підлоги, розводка електромережі в приміщенні в каналах стін, підлоги, стелі;

- електродвигуни технологічних механізмів управляються дистанційно з БЩУ;

- застосовані блокування безпеки (не дозволяють відкрити комутаційну апаратуру без відключення джерела живлення - реле);

- джерела освітлення розташовані на висоті 2,5 м. над робочим місцем;

- пускова апаратура електродвигунів встановлена поза приміщенням котельні;

- напруга освітлювальної мережі в котельні прийнято 220 В.

У цьому розділі дипломного проєкту розглянуті основні умови приміщень, питання охорони праці при роботі в тепловому пункті:

- технічні рішення безпеки експлуатації та організацій захисту устаткування теплового пункту;

- технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії;

- технічні рішення по забезпеченню пожежної безпеки.

Технічні рішення по запобіганню електротравматизму при переході напруги на нормально струм з непровідними елементами електрообладнання

Для усунення небезпеки при замиканні на корпус, шляхом зниження до безпечних значень струму, що проходить через людину, застосовано захисне заземлення [12]. Заземлені електроустановки напругою 6,3 кВ. У котельному відділенні для заземлення використаний штучний контур заземлення. В якості заземлюючих пристроїв застосовані металеві колони, фундаменти і фундаментні балки.

Застосовано занулення в трифазних чотирипровідних мережах, електроспоживачі на напругу 380х220В живляться від мережі з глухо-заземленою нейтраллю. Занулення перетворює пробій на корпус в коротке замикання фази, в результаті чого спрацьовує захист і установка відключається від мережі. Як занулюючих провідників використані нульові робочі провідники, металеві труби електропроводки, металеві конструкції для прокладки кабелю.

Передбачено захист всіх будівель і споруд за допомогою близкавокловлюючі сіток, покладених на покритті будівель, сітки надійно приєднані не менше, ніж двома спусками до зовнішнього контуру заземлення.

6.1 Технічні рішення безпеки експлуатації та організацій захисту устаткування теплового пункту

В даному розділі запропоновані технічні рішення та організаційні заходи з безпеки експлуатації спроектованої системи теплопостачання, а також розроблені відповідні заходи з електробезпеки, гігієни праці та виробничої санітарії і пожежної безпеки та профілактики. При монтажу та експлуатації теплонасосного устаткування - установку й ведення в експлуатацію має право здійснювати тільки авторизована монтажна фірма або прямо завод виготовлювач пристрою по кресленнях у прив'язці до конкретного використання.

При прокладанні трубопроводів – для системи гарячого, холодного водопостачання та опалення була використана система трубопроводів з поперечно зшитого поліетилену. Трубопроводи прокладаються в ізоляції. Поперечно зшитий поліетилен РЕХ-а завдяки своїй молекулярній структурі відрізняється своїми чудовими фізико-хімічними та механічними параметрами. Для радіаторного опалення використовується труба з $t_{\max}=90^{\circ}\text{C}$. Монтажні роботи варто проводити при температур вище 0°C . Труби повинні прокладатися таким чином, щоб була можливість усунути їх механічні та термічні пошкодження. У випадку прокладання труб ззовні їх потрібно захистити від механічних ушкоджень впливу теплового випромінювання високої температури, впливу ультрафіолетових променів та відкритого вогню. Неможна допускати замерзання рідини в трубі.

При ізоляції трубопроводів - для зменшення теплових втрат від трубопроводів систем опалення та ГВП, в проєкті використовується теплова ізоляція труб. Головною метою ізоляції є: обмеження кількості теплових втрат, як виникають в результаті прокладання трубопроводів в середовищі з більш низькою температурою; запобігання конденсації водяного пару на трубопроводах з робочим теплоносієм з низькою температурою. Вся теплоізоляційна продукція має рівномірну замкнуту кулькову структуру. Низький коефіцієнт теплопровідності й висока стійкість до дифузії водяної пари забезпечують довговічність ізоляції, а значить і всієї системи. Температурний діапазон застосування становить від -80°C до $+95^{\circ}\text{C}$. Гарна еластичність зберігається при найнижчих температурах і не погіршується згодом.

Ізоляція має групу горючості Г1 (матеріал не поширює полум'я й не підтримує горіння). Виділення токсичних речовин у вогні (те, що звичайно є найнебезпечнішим при пожежі будь-якого ступеня) практично відсутній. Строгі тести контролю матеріалу по вогнестійкості DIN 4102 (B1) регулярно проводяться незалежними німецькими інститутами.

1) Конструктивні розміри устаткування, яке використовується в теплових пунктах, дозволяють це устаткування дуже легко демонтувати, а також проводити повну заміну в цілому або деяких елементів, оскільки устаткування безперешкодно проходить через всі дверні отвори.

2) Відстань між устаткуванням дозволяє зручно проводити всі ремонтні і експлуатаційні роботи обслуговуючому персоналу. У тепловій пункті ширина проходів між насосами і стіною – 1м, насосами і розподільним щитом – 2м, між виступаючими частинами устаткування і стіною – 0,8м.

3) Теплообмінний модуль є компактно зібраним на одній рамі і сполучені між собою теплообмінник, циркуляційні насоси, регулятор температури, фільтри, кульові крани і зворотні клапани, термометри, манометри. Установка теплообмінних модулів сприяє зручності в експлуатації устаткування.

4) Передбачається установка термометрів і манометрів, які показують параметри води систем гарячого водопостачання, опалювання.

5) На маховиках управління арматурою нанесені стрілки, вказуючи напрям обертання і літери «В», – відкрито і «З» - закрито.

6) Проєктом передбачено, що всі гарячі частини устаткування, трубопроводи і інші елементи, дотик до яких може викликати опіки, мають теплову ізоляцію. Температура на поверхні ізоляції не повинна перевищувати 45°C . Матеріали і вироби для теплоізоляційних конструкцій трубопроводів і арматури приймаються такі, що не згоряють.

7) Передбачено, що всі трубопроводи і теплообмінні апарати мають у верхніх точках повітряні клапани, а в нижніх точках і застійних зонах – дренажні пристрої, які сполучені з атмосферою.

					ТП 51 48 002 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

8) Все технологічні приямки захищені для виключення попадання в них обслуговуючого персоналу.

9) Технічні рішення по запобіганню електротравм під час переходу напруги на нормально не струмоведучі частини електроустаткування: застосовано занулення або заземлення всіх корпусів електродвигунів насосів і регулюючих клапанів, оскільки вони можуть бути під напругою при пошкодженні ізоляції.

6.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

У процесі праці на людину короточасно або довгостроково впливають різноманітні несприятливі фактори, які можуть привести до захворювання і втрати працездатності.

Умови і фактори, що несприятливо впливають на організм людини, можна розділити на три основних види: фізичні (температура, шум, вібрації); хімічні (пил, гази, пар); біологічні (інфекційні захворювання).

Таким чином, завданням служби виробничої санітарії є виконання комплексу заходів, спрямованих на оздоровлення умов праці робітників і підвищення його продуктивності на всіх стадіях технологічного процесу, усунення несприятливо діючих на здоров'я робітників шкідливих факторів і попередження професійних захворювань.

Основні виробничі фактори, що визначають санітарно-гігієнічні умови праці:

- мікроклімат;
- склад повітряного середовища;
- природно освітлення;
- шум;
- вібрації.

Питання виробничої санітарії в даному проекті розглядаються по котельному приміщенню і Шитова.

Для забезпечення комфортних умов роботи експлуатаційного персоналу і зменшення впливу шкідливих виробничих факторів, в котельному відділенні, передбачена автоматизація управління виробничими процесами, тобто контроль за основними параметрами і їх регулювання здійснюється зі спеціального приміщення - щитової, де вплив шкідливих факторів легше звести до мінімуму. У котельному відділенні передбачені приміщення для відпочинку і прийому їжі персоналом, ремонтна майстерня, лабораторія і т.д. Технічними рішеннями по виробничої санітарії зменшується вплив шкідливих факторів.

Технологічні процеси в котельному відділенні характеризуються такими шкідливими чинниками:

— можливість загазованості через витоки природного газу та димових газів з хвостової частини котла, через нещільності в газоходах і арматурі;

					ТП 51 48 002 ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

— шум, вібрація, викликані роботою вентиляторів, димососів, насосів.

6.2.1 Мікроклімат

Оптимальний мікроклімат в котельні і Шитова приміщенні забезпечується підтримкою теплового рівноваги між організмом і навколишнім середовищем, підтриманням на заданому рівні нормованих параметрів, що визначають мікроклімат - температура ($t, ^\circ\text{C}$), відносна вологість повітря ($W, \%$), швидкість його переміщення (м/с).

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено:

- вимушена вентиляція з механічним спонуканням і подачею повітря у верхню зону;
- витяжна вентиляція, для видалення повітря з котельного приміщення.
- зменшити виділення тепла і вологи за рахунок удосконалення обладнання і технологічного процесу.
- приміщення, що вентилується з метою профілактики теплових травм, а також забезпечення необхідної температури повітря; вимір температури повітря в приміщенні проводиться три рази за робочу зміну; вимірювання проводяться на висоті 1 метра при виконанні робіт сидячи і на висоті 1,5 метра при виконанні робіт стоячи; вентиляція в літній період здійснюється шляхом аерації і відсмоктування повітря вентиляторами;
- при виконанні робіт поблизу поверхонь обладнання, що має високу температуру, передбачено екранування поверхонь теплоізоляційними щитами (екранами).

Вентиляція та опалення котельного приміщення забезпечують видалення надлишків вологості, шкідливих газів, пилу і підтримують температурні умови:

а) в зоні постійного перебування обслуговуючого персоналу температура повітря взимку не нижче 12°C , а влітку не більше ніж на 5°C перевищує температуру зовнішнього повітря;

б) в інших місцях можливого перебування обслуговуючого персоналу температура повітря не більше ніж на 15°C вище температури в основній зоні.

6.2.2 Виробничі випромінювання

В процесі експлуатації обладнання котельні персонал піддається таким виробничим випромінюванням:

- при роботі тепломеханічного обладнання-інфрачервоного випромінювання;
- при виконанні зварювальних робіт - ультрафіолетового випромінювання.

Для інфрачервоного випромінювання нормується інтенсивність теплового випромінювання від поверхні нагрітого технологічного обладнання, освітлювальних приладів, інсоляція на постійних робочих місцях, в залежності від опромінюваної поверхні тіла працюючого, категорії виконуваних робіт, тривалості впливу.

					ТП 51 48 002 ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляції на постійних і непостійних робочих місцях не повинна перевищувати 35 Вт/м² при опроміненні 50% поверхні тіла і більше, 70 Вт/м² при опроміненні 25-50% тіла, 100 Вт/м² при опроміненні не більше 25% поверхні тіла.

Технічні рішення по запобіганню шкідливого впливу на працюючих:

- температура поверхонь котлоагрегату не повинна перевищувати 50 градусів, а решти устаткування 45 градусів, досягається застосуванням теплоізоляції;
- автоматизація технологічного процесу, дистанційне керування;
- робочі зони (місця) при необхідності екрануються;
- для зменшення дії ультрафіолетового випромінювання застосовують індивідуальний захист.

6.2.2 Виробниче освітлення

Котельне приміщення забезпечується природним світлом через віконний отвір розміром 1,0х1,2м. Також передбачено штучне освітлення у вигляді газорозрядних ламп з осліплюючою арматурою. Світильники для освітлення основних проходів обрані у вибухозахищеному виконанні як для приміщення класу В-Ia, тому що котел працює на газоподібному і рідкому паливі.

Для аварійного освітлення передбачені акумуляторні ліхтарі.

Аварійним освітленням яке працює від акумуляторів обладнані наступні місця:

- а) фронт котлів, а також проходи між котлами, позаду котлів і над котлами;
- б) щити і пульти управління;
- в) водовказівні і вимірювальні прилади;
- г) насосне обладнання.

Робоче і аварійне освітлення, електричне обладнання та його заземлення повинні відповідати вимогам Правил улаштування електроустановок (ПУЕ).

Штучне освітлення.

Штучне освітлення згідно підрозділяється на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне.

Критерієм штучного освітлення прийняті:

- освітленість Е;
- показник дискомфорту М;
- коефіцієнт пульсації освітленості К_п.

Штучне освітлення нормується з огляду на розряд, під розряд робіт, систему освітлення і тип джерела світла. Нормованим параметром є освітленість Е. По методу коефіцієнтів використання світлового потоку, розраховується загальне штучне освітлення.

Котельне приміщення висвітлюється одиночними лампами у вибухозахищеному виконанні, розташованими рядами, при цьому відстань між ними 1 м, відстань між суміжними рядами - 2,5 м.

Загальне штучне освітлення приміщення забезпечується газорозрядними джерелами світла. Застосування ламп розжарювання допускається лише в окремих випадках: як додаткове джерело світла при необхідності в ньому, в процесі роботи.

Організація раціонального освітлення робочих місць і будівельних майданчиків є одним з основних питань охорони праці. Від зарядного пристрою освітлення багато в чому залежить продуктивність і безпека праці, а також якість робіт, що виконуються.

6.2.3 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично-допустимими концентраціями (ГДК) в мг/м³. Повітря в приміщенні не насичений шкідливими парами або газами. Склад повітряного середовища максимально наближений до природного складу повітря: кисню - 20,9%, озону - 7,81%, вуглекислого газу - 0,03%, аргону - 0,9%.

За ступенем впливу на організм людини шкідливі речовини відносяться до IV класу, тобто мало небезпечні (ГДК > 10 мг / м³).

Кошти, виділені мазутами леткі сполуки, а також їх продукти згоряння мають токсичністю і можуть викликати подразнення слизової оболонки очей і дихальних шляхів, а також отруєння. Тому особливе значення має підтримання чистоти в приміщеннях. Чи не повинні допускатися патьоки мазуту на трубопроводах, арматурі, в з'єднаннях і ін. Пролитий мазут, масло повинні забиратися негайно. Неприпустимо застосування листів для збору мазуту, що просочується через будь-яку нещільність.

Відпрацьовані гази сірчистих мазутів містять до 0,25% сірчистого ангідриду. Тому при роботі топки під тиском і вибиванні димових газів в приміщення, необхідно уникати перебування в загазованому зоні, ретельно фіксувати в журналі дефектів нещільність газоповітряного тракту, топки, конвективної шахти.

Для забезпечення необхідного складу повітря робочої зони проектом передбачено: припливна вентиляція, витяжна вентиляція, сигналізація загазованості котельного приміщення.

6.2.4 Виробничий шум

Звук (шум) характеризується інтенсивністю, т. Е. Потокм звукової енергії через одиницю площі.

Характеристикою шуму на робочому місці є рівень звукового тиску L_p (дБ).

Гранично допустимі рівні звуку на робочих місцях в приміщеннях КТЦ 75 дБА, а на ЦТЩ - 65 дБА. Забороняється навіть короткочасне перебування в зонах з рівнем звукового тиску 135 дБ.

Заходи щодо захисту від шуму

Проектом передбачаються наступні заходи:

- технічні засоби боротьби з шумом шляхом балансування і регулювання здійснюють шум машин;
- передбачено до встановлення обладнання з октавним рівнем звукової потужності і октавним рівнем звукового тиску не перевищує допустимі;
- теплова ізоляція в покривному шарі обладнання і трубопроводів одночасно є і шумопоглинаючим матеріалом.

Для зниження шумів всередині приміщення котельні застосовуються такі заходи:

- окремі приміщення для управління обладнанням;
- дистанційне керування;
- виділення здійснюють шум обладнання в окреме приміщення.

При необхідності в машинному залі котельні працівники зобов'язані користуватися протишумними засобами захисту (вкладиші протишумові "Беруші", протишумні заглушки).

6.3 Технічні рішення по забезпеченню пожежної безпеки та профілактика

Приміщення теплового пункту відноситься до категорії Д (пожежобезпечні – негорючі речовини і матеріали в холодному стані). Джерелом пожежі може бути згоряння електроізоляції кабелю при короткому замиканні або дії обслуговуючого персоналу, які суперечать правилам пожежної безпеки (використання відкритого вогню, куріння в недозволених місцях). Приміщення теплового пункту не відноситься до вибухонебезпечних, тому що тут не використовуються легкозаймисті речовини і немає умов для створення вибухонебезпечних сумішей.

Технічні рішення щодо запобігання пожежі:

- застосування електроустаткування, яке задовольняє вимогам електростатичної електробезпеки по ГОСТ 12.1.018-79;
- застосування пристроїв захисту від короткого замикання на розподільному щиті теплового пункту;
- будівля повинна мати блисквозахист.

Технічні рішення по забезпеченню пожежної безпеки та профілактика:

- тепловий пункт розташований в окремо споруді;
- проектом передбачено, що тепловий пункт має індивідуальний вихід і ворота;
- ширина проходів в світлі між двома теплообмінними апаратами більше одного метра;
- відповідно до вимог ДБНВ.2.5-13-98 для пожежної сигналізації застосовані пристрої охоронної сигналізації УОТС-11, які працюють з димовими і тепловими датчиками. Датчики встановлені на стелі;

					ТП 51 48 002 ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- згідно вимог ДСТУ 3685-98 передбачені первинні засоби пожежогасіння: вогнегасник ОУ-5, ящик з піском, щільна тканина, лопата. Вогнегасник розташований біля входу в тепловий пункт;

- проектом передбачено, що електродвигуни, електропроводи і кабелю виконання і ступеня захисту відповідають класу зони і мають апаратуру захисту від струмів короткого замикання і інших аварійних режимів;

- проектом передбачено, що плавкі вставки запобіжників калібруються, з позначенням на клеймі номінального струму вставки;

- на електродвигуни, світильники передбачається нанесення знаків, які указують їх ступінь захисту згідно стандартів;

- проектом передбачено, що з'єднання, відгалуження і кінці жил проводів здійснюється за допомогою опресовування, зварки, паяння;

- проектом передбачено, що переносні світильники оснащені скляними ковпачками і сітками. Для цих світильників застосовуються гнучкі кабелі з мідними жилами, з урахуванням їх захисту від можливих пошкоджень;

- передбачено стаціонарне застосування водяного пожежогасіння з пожежними кранами в настінних шафах.

Протипожежні методи під час будівельно-монтажних робіт:

- під час будівельно-монтажних робіт в безпосередній близькості від зони будівництва необхідно обмежити кількість пиломатеріалів, а також своєчасно видаляти випаровування масел, розчинників і інших легкозаймистих речовин;

- з метою запобігання самозагоряння необхідно не допускати нагромадження на будівельному майданчику матеріалів, схильних до самозагоряння.

Комплекс методів протипожежної безпеки розроблений відповідно з умовами «Правила пожежної безпеки при виконанні зварювальних і інших вогнебезпечних робіт на об'єктах народного господарства», а також вимогами ГОСТ 12.1.004-91.

ВИСНОВКИ

Підводячи підсумок, скажімо, що основна причина, по якій виникає необхідність в будівництві ЦТП, є невідповідність параметрів теплоносія, що надходитиме від теплогенеруючих підприємств параметрам теплоносія в системах споживачів тепла. Температура і тиск теплоносія в магістральному трубопроводі значно вище, ніж повинна бути в системах опалення та гарячого водопостачання будівель. Можна сказати, теплоносій із заданими параметрами є основним продуктом роботи ЦТП.

У даній роботі розроблена схема центрального теплового пункту для житлових будинків у м. Київ. Визначено максимальні витрати теплоти на опалення та гаряче водопостачання.

Здійснено підбір теплового обладнання у вигляді: теплообмінника для отримання гарячої води та елеватори для системи опалення житлових будинків. Водо-водяний підігрівач двоступінчастий, восьмисекційний, з'єднаний послідовно по первинному та вторинному теплоносію. Перебіг первинного та вторинного теплоносіїв за схемою протиток. Для опалення обрані елеваторні вузли, так як житлові будинки побудовані до 1988 і втрата тиску в опалювальній схемі до 1,5 м.вод.ст.

Обрано рециркуляційні насоси ГВП забезпечать постійну циркуляцію води в системі гарячого водопостачання, що б запобігти її охолодження і відповідно даремний злив охолодженої води.

Визначені заходи по очищенню води в системах теплопостачання, здійснений підбір приладів для контролю системи теплопостачання та проаналізовано заходи до запобігання корозії, шламу і накипу місцевих установок гарячого водопостачання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Теплові навантаження. Теплові схеми котелень. Метод. вказівки до викон. розрахункової роботи з дисципліни «Джерела теплопостачання та споживачі теплоти» для студ. напряму підготовки 6.05060101 «Теплоенергетика» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» / Уклад.: М.Ф. Боженко, Ю.В. Шовкалюк. – Київ : НТУУ «КПІ», ТЕФ, 2013. - 52 с.
2. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти: Навч. посіб./ М.Ф.Боженко, В.П.Сало, – К.: ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2004. – 192 с.
3. ДБН В.2.6 – 31: 2016. Теплова ізоляція будівель. – Чинні від 2017-27-11. – К.: Укрархбудінформ, 2016. – 31 с.
4. Лифшиц О.В. Справочник по проектированию водоподготовительных установок для котельных малой мощности./ О.В.Лифшиц.- М.: Энергия, 1969. – 288 с.
5. Теплові навантаження. Теплові схеми котелень. Метод. вказівки до викон. розрахункової роботи з дисципліни «Джерела теплопостачання та споживачі теплоти» для студ. напряму підготовки 6.05060101 «Теплоенергетика» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» / Уклад.: М.Ф. Боженко, Ю.В. Шовкалюк. – Київ : НТУУ «КПІ», ТЕФ, 2013. - 52 с.
6. ДСТУ-Н Б А2.2. – 5: 2007. Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції. – Чинні від 2008-07-01. – К: НДПроектреконструкція, 2007. – 43 с.
7. Краснощеков Е.А. Задачник по теплопередаче: Учебн. пособие для вузов./ Е.А. Краснощеков, А.С. Сукомел – 4-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1980. - 288 с., ил.
8. ДБН В.2.5. – 64: 2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. – Чинні від 2014-03.01. – К.: ДП Міськбудпроект, 2012. – 105 с.
9. ДБН В.2.5. – 74: 2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Чинні від 2014-01.01. – К.: УкрНДІводоканалпроект, 2013. – 172 с.
10. Лебедев П.Д. Теплоиспользующие установки промышленных предприятий: Учебн. пособие для вузов./ П.Д.Лебедев, А.А.Щукин, - М.: Энергия, 1970. – 408 с., ил.
11. Проектирование установок Na-катионирования. – М.: Сантехпроект, 1975. – 26 с.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ І ТВОРЧИХ ДОСЯГНЕНЬДуб'яги Данила Олеговича

(прізвище, ім'я. по-батькові студента)

№ п/п	Найменування праць	Рукописні або друковані	Назва видавництва,журкала (номер,рік) або номер авторського свідоцтва,номер дипломного на винахід	Кількість друкованих аркушів або сторінок разом	Прізвище співавтора праці
1	2	3	4	5	6
1	Спосіб утворення льодяної стіни з окремих елементів	друк.	Індекси Міжнародної патентної класифікації: МПК <i>F25C 1/12</i> (2006.01) <i>E04G 11/04</i> (2006.01) Номер патенту: 126196	1 с	Пуховий І.І.
2	Про тепловіддачу при псевдо краплинній конденсації суміші водяних парів етанолу на фібрилізованих трубках	друк.	X міжнародна науково-технічна конференція «Енергетика. Екологія. Людина»	7 с	Гавриш А.С.
3	Тепловіддача при псевдо краплинній конденсації суміші водяних парів етанолу на горизонтальних фібрилізованих трубках	на правах рукопису	XVII всеукраїнський конкурс «Молодь - енергетиці України - 2018: відкритий конкурс молодих енергетиків та вчених»	18 с	Гавриш А.С.
4	Тепловіддача при псевдо краплинній конденсації суміші водяних парів етанолу на горизонтальних фібрилізованих трубках	друк.	XVI- й міжнародний науково-практичний конференції аспірантів,магістрів, студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики» (24-27 квітня 2018 р)	1 с	Гавриш А.С.

Список наукових праць студента Дуб'яги Д.О.: усього 4 найменування. Список наведений на 1 сторінці.

За результатами участі у XVII Всеукраїнському конкурсі «Молодь – енергетиці України-2018: відкритий конкурс молодих енергетиків та вчених» було нагороджено Дипломом II ступеня Всеукраїнського конкурсу «Молодь – енергетиці України – 2018: відкритий конкурс молодих вчених та енергетиків» за роботу на тему: «Тепловіддача при псевдо краплинній конденсації суміші водяних парів етанолу на горизонтальних фібрилізованих трубках» в номінації «Енергобезпека» серед студентів.

Автор

Дуб'яга Д.О.

Інтернет + Бібліотека

95.41% Оригінальність	4.59% Схожість	28 Джерела
-----------------------	----------------	------------

1. https://upr1ghtriver.ru/uk/p-rotov-a-a-sivuhin-d-t-n-v-i-sharapov-tehnologiya-regulirovaniya-nagruzki...	1.27%
2. http://bibliograph.com.ua/spravochnik-170-inzhenernoie-oborudovanie/173.htm	0.71%
3. https://www.bestreferat.ru/referat-169801.html	0.5%
4. http://referat-web.com/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D1%88%D0%B8%D1%80%D0%B5%D0%B...	0.5%
5. https://knowledge.allbest.ru/physics/2c0a65635b3bd68a4d43a89521206c37_0.html	0.5%
6. https://xreferat.com/102/2349-1-rozshirennia-central-no-opalyuval-no-kotel-n-seredn-o-potuzhnost...	0.5%
7. http://refeteka.ru/r-169801.html	0.5%
8. https://zinref.ru/000_uchebniki/02800_logika/011_lekcii_raznie_27/697.htm	0.5%
9. http://jak.magey.com.ua/articles/viznachennja-vitrat-teploti-na-opalennja.html	0.42%
10. http://ua-referat.com/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B...	0.4%
11. http://bezref.in.ua/1-osnovna-chastina.html?page=2	0.38%
12. https://ukrbukva.net/67367-Teploobmenniy-apparat-tipa-sekcionnyiy-vodovodyanoi-podogrevate..	0.27%
13. https://cwetochki.ru/ref-diplomnaia-rabota-rozshirennia-tsentralnoi-opaliuvalnoi-kotelni-serednoi-po..	0.27%
14. http://bibliograph.com.ua/spravochnik-144-inzhenernoie-oborudovanie/128.htm	0.21%
15. https://studopedia.su/19_88551_shemi-teplovih-merezh.html	0.17%

На плагіат_ТАТАРИН Б.П (1).docx	0.46%
На плагіат_ТАТАРИН Б.П.docx	0.46%
2 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТА.docx	0.46%
ТВАК(ВОВЧЕНКО)25.05.2018.doc	0.46%
Панченко.docx	0.42%
Zapiska_kuzviesov.doc	0.38%
Romanchuk_bakalavr.docx	0.21%
для перевірки_Живица.docx	0.21%
Товстюк А І.docx	0.21%
Тищенко П.І._бакалавр.docx	0.17%
Мирополец_бакалавр.docx	0.17%
Бідюк Богдан.doc	0.17%
Стринада.docx	0.17%



Схожість



Схожість з обраним джерелом



Заміна літер абетки



Цитата



Посилання

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ТП 51 48 002 ПЗ	Пояснювальна записка	50	
3	A1	ТП 51 48 002 001 ОВ	Схема опалення та ГВП	1	
4	A1	ТП 51 48 002 002 ОВ	План розміщення на відм. 0,000	1	
5	A1	ТП 51 48 002 003 ОВ	Розміщення обладнання Розріз 1-1, 2-2	1	

				ТП 51 48 002		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Студент	Дуб'яга			Відомість дипломного проекту	Аркуш	Аркушів
Керівн.	Пуховий					1
Консульт.	-				КП ім. Ігоря Сікорського,	Каф.
Н.контр.	Боженко				ТПТ, Гр. ТП – 51	
Зав.каф.	Варламов					

